



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL  
(ELECTRÓNICA INDUSTRIAL)

PROYECTO FIN DE CARRERA

# **Energía Solar en España: Informe Fotovoltaico 2010**

JULIO 2011

AUTOR: Roberto Prieto Villar  
TUTOR: Vicente Salas Merino





**Título:** Energía Solar en España: Informe Fotovoltaico 2010  
**Autor:** Roberto Prieto Villar  
**Director:** Vicente Salas Merino

## EL TRIBUNAL

**Presidente:** \_\_\_\_\_

**Vocal:** \_\_\_\_\_

**Secretario:** \_\_\_\_\_

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de \_\_\_\_\_

**VOCAL**

**SECRETARIO**

**PRESIDENTE**





## *Agradecimientos*

---

A mi tutor Vicente Salas, por su indispensable ayuda en la recopilación de datos y la organización del proyecto, sin la cual no habría sido posible llevarlo a cabo.

A mis padres, Alberto y Marian, por su apoyo, paciencia, cariño y dedicación durante mis veinticinco años de vida. Todo lo que consiga será por ellos y gracias a ellos.





## Resumen

---

Año tras año, distintas asociaciones de empresas de todo el mundo elaboran informes o documentos recopilatorios sobre los aspectos más destacados en la evolución de diferentes sectores: industria, comercio, economía, telecomunicaciones,... y, por supuesto, energía. La energía solar fotovoltaica se ha colocado a nivel mundial como una de las principales alternativas al uso de combustibles fósiles, y su futuro es más que prometedor. Además, la obligación de alcanzar el objetivo europeo de cubrir un 20% de consumo energético con energías renovables en 2020 implica necesariamente más renovables y, con ello, menores horas de funcionamiento para las tecnologías convencionales y menores precios de casación de la electricidad. Por ello, la realización de informes anuales se ha convertido en una herramienta muy útil para poder seguir de manera progresiva y ordenada la evolución de las diferentes secciones del sector energético.

Siguiendo esa línea, el presente proyecto fin de carrera pretende dar una visión actual de la situación del sector energético fotovoltaico en España mediante la elaboración de un informe para el pasado año 2010. Incluye datos de potencia instalada, evolución y reparto del sector energético, evolución tarifaria, análisis y diferencia de producción fotovoltaica entre 2009 y 2010 (y su relación con los recortes tarifarios), principales modificaciones de normativa y aspectos más destacados en I+D. Además se incluyen las producciones de materias primas, módulos, inversores y células, analizando el valor del negocio para el inversor y posibilidades de financiación, presentando los más destacados proyectos, fabricantes, proveedores, propietarios e inversores, y dando una visión general sobre el futuro de la industria fotovoltaica.







## *Abstract*

---

Year after year, different associations of companies around the world prepare reports or documents collections on the most important developments in different sectors: industry, commerce, economics, telecommunications... and, of course, energy. Photovoltaic solar energy has been placed worldwide as a major alternative to fossil fuels, and its future is more promising. In addition, the obligation to achieve the European target of covering 20% of energy consumption with renewable by 2020 necessarily involves more renewable and thus, lower operating hours for conventional technologies and lower prices for electricity appeal. Therefore, the annual reports have become a very useful tool for keeping track of a progressive and orderly evolution of the different sections of the energy sector.

Following this line, this final career project is to provide a current status of photovoltaic energy in Spain by preparing a report for last year 2010. Includes data of installed power, evolution and distribution of the energy sector, pricing trends, analysis and PV output gap between 2009 and 2010 (and its relation to tariff cuts), the main changes and highlights rules in R & D. It also includes production of raw materials, modules, inverters and cells, analyzing the business value for investors and funding opportunities, presenting the most outstanding projects, manufacturers, suppliers, owners and investors, and giving an overview on the future photovoltaic industry.



## Índice general

---

Agradecimientos.....	5
Resumen .....	7
Abstract .....	9
Índice de figuras, tablas e ilustraciones .....	12
1. Objetivo, fases de desarrollo y estructura del proyecto .....	17
2. Introducción.....	20
3. Evolución fotovoltaica en España .....	26
4. Información fotovoltaica 2010 .....	31
4.1. Potencia fotovoltaica instalada .....	35
4.2. Evolución de tarifas fotovoltaicas.....	51
4.3. Estudio de producción fotovoltaica.....	57
4.4. Informe Climático (AEMET) .....	62
5. Regulación y normativa fotovoltaica .....	63
5.1. Real Decreto 1565/2010.....	66
5.2. Real Decreto-ley 14/2010 .....	70
6. Implementación de los sistemas fotovoltaicos .....	73
6.1. Aplicaciones para la energía fotovoltaica.....	73
6.2. Grandes proyectos fotovoltaicos.....	77
6.3. Aspectos más destacados de I+D.....	80
6.4. Presupuestos públicos para la estimulación del mercado, demostraciones y pruebas de campo y de I + D.....	87
7. Industria y crecimiento .....	89
7.1. Producción de materias primas .....	91
7.2. Producción de células, módulos e inversores fotovoltaicos .....	94
7.3. Precios de los módulos .....	97
7.4. Fabricantes y proveedores de otros componentes.....	100
7.5. Valor del negocio .....	103
7.6. Grandes propietarios e inversores .....	109
8. El futuro de la fotovoltaica, visiones y perspectivas .....	112
Anexo A: Trámites para el acceso a red de distribución .....	119
Anexo B: El precio de la electricidad .....	124
Conclusiones.....	132



Definiciones, símbolos y abreviaturas.....	137
Bibliografía.....	140

# *Índice de figuras, tablas e ilustraciones*

---

## **FIGURAS**

Figura 1. Evolución tarifaria fotovoltaica en España desde 2006. [Fuente: ASIF, CNE, REE] .....	28
Figura 2. Evolución de la energía vendida (GWh). .....	29
Figura 3. Evolución de la potencia instalada acumulada (MW). .....	29
Figura 4. Evolución del número de instalaciones. ....	29
Figura 5. Evolución de la potencia instalada en MW en España por tecnologías. ....	30
Figura 6. Reparto de potencia instalada acumulada (MW) en 2010 de las principales tecnologías. ....	33
Figura 7. Reparto de número de instalaciones en 2010 de las principales tecnologías. ....	34
Figura 8. Potencia asignada (kW) para el año 2010 en instalaciones tipo 1.1 por comunidades autónomas. ....	39
Figura 9. Número de instalaciones tipo 1.1 para el año 2010 por comunidades autónomas. ....	40
Figura 10. Potencia asignada (kW) para el año 2010 en instalaciones tipo 1.2 por comunidades autónomas. ....	42
Figura 11. Número de instalaciones tipo 1.2 para el año 2010 por comunidades autónomas. ....	43
Figura 12. Potencia asignada (kW) para el año 2010 en instalaciones tipo 2 por comunidades autónomas. ....	45
Figura 13. Número de instalaciones tipo 2 para el año 2010 por comunidades autónomas. ....	46
Figura 14. Potencia total inscrita en el RPR de 2010 en kW. ....	47
Figura 15. Evolución de energía vendida (GWh) durante el año 2010. ....	49
Figura 16. Evolución de potencia instalada acumulada (MW) durante el año 2010. ....	49
Figura 17. Evolución del número de instalaciones totales durante el año 2010. ....	49
Figura 18. Evolución de cupos para el año 2009. ....	53
Figura 19 Evolución de cupos para el año 2010. ....	54



Figura 20. Evolución de primas para el año 2009. ....	54
Figura 21. Evolución de primas para el año 2010. ....	55
Figura 22. Producción anual 2009, Instalaciones fijas, número de horas referenciadas a potencia nominal (KWn).....	60
Figura 23. Producción anual 2010, Instalaciones fijas, número de horas referenciadas a potencia nominal (KWn).....	60
Figura 24. Producción anual 2009, Instalaciones con seguidores, número de horas referenciadas a potencia nominal (KWn).....	60
Figura 25. Producción anual 2010, Instalaciones con seguidores, número de horas referenciadas a potencia nominal (KWn).....	61
Figura 26. Porcentaje de horas de Sol respecto del valor normal (año 2010). [AEMET] .....	62
Figura 27. Producción de materias primas en España en 2010. ....	93
Figura 28. Evolución de producción y capacidad de células fotovoltaicas de 2008 a 2010, con pronóstico para 2011.....	94
Figura 29. Evolución de producción y capacidad de módulos fotovoltaicos de 2008 a 2010, con pronóstico para 2011.....	95
Figura 30. Evolución de producción y capacidad de inversores fotovoltaicos de 2009 y 2010, con pronóstico para 2011.....	96
Figura 31. Evolución del precio de los módulos fotovoltaicos.....	99
Figura 32. Reparto de la producción y fabricación de las empresas fotovoltaicas españolas durante 2010. ....	102
Figura 33. Evolución del precio de venta frente a evolución teórica de costes. [Fuente: <a href="http://www.im2solar.com">http://www.im2solar.com</a> ].....	105
Figura 34. Evolución de la tarifa fotovoltaica. [Fuente: <a href="http://www.im2solar.com">http://www.im2solar.com</a> ]....	106
Figura 35. Evolución de TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) para el cliente. [Fuente: <a href="http://www.im2solar.com">http://www.im2solar.com</a> ].....	106
Figura 36. Precios de la electricidad en países de la UE, para usos domésticos. Primer semestre 2010. ....	126
Figura 37. Precios de la electricidad en países de la UE, para usos industriales. Primer semestre 2010. ....	127
Figura 38. Tarifas eléctricas 2010 de potencia contratada por compañías para instalaciones de 1 a 10 kW. ....	130
Figura 39. Tarifas eléctricas 2010 de energía consumida por compañías para instalaciones de 1 a 10 kW. ....	130
Figura 40. Tarifas eléctricas 2010 de potencia contratada por compañías para instalaciones de 10 a 15 kW. ....	131
Figura 41. Tarifas eléctricas 2010 de energía consumida por compañías para instalaciones de 10 a 15 kW. ....	131

**TABLAS**

Tabla 1. Resumen de Información Estadística sobre las Ventas de Energía Solar Fotovoltaica en España. [CNE].....	28
Tabla 2. Evolución de la potencia instalada en MW en España por tecnologías. [CNE] .....	30
Tabla 3. Potencia instalada acumulada (MW) en España de las principales tecnologías. [CNE].....	33
Tabla 4. Número de instalaciones en España de las principales tecnologías. [CNE] .....	33
Tabla 5. Información fotovoltaica para la primera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas y tipo de instalación. [Fuente: ASIF].....	36
Tabla 6. Información fotovoltaica para la segunda convocatoria de 2010 por comunidades autónomas y tipo de instalación. [Fuente: ASIF].....	36
Tabla 7. Información fotovoltaica para la tercera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas y tipo de instalación. [Fuente: ASIF].....	37
Tabla 8. Información fotovoltaica para la cuarta convocatoria de 2010 por comunidades autónomas y tipo de instalación. [Fuente: ASIF].....	37
Tabla 9. Información fotovoltaica para la primera, segunda y tercera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 1.1. [Fuente: ASIF] .....	38
Tabla 10. Información fotovoltaica para la cuarta convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 1.1 y totales de 2010. [Fuente: ASIF] .....	38
Tabla 11. Totales de potencia asignada para instalaciones tipo 1.1 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF].....	39
Tabla 12. Totales de número de instalaciones tipo 1.1 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF] .....	40
Tabla 13. Información fotovoltaica para la primera, segunda y tercera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 1.2. [Fuente: ASIF] .....	41
Tabla 14. Información fotovoltaica para la cuarta convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 1.2 y totales de 2010. [Fuente: ASIF] .....	41
Tabla 15. Totales de potencia asignada para instalaciones tipo 1.2 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF].....	42
Tabla 16. Totales de número de instalaciones tipo 1.2 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF] .....	43
Tabla 17. Información fotovoltaica para la primera, segunda y tercera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 2. [Fuente: ASIF] .....	44



Tabla 18. Información fotovoltaica para la cuarta convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 2 y totales de 2010. [Fuente: ASIF] .....	44
Tabla 19. Totales de potencia asignada para instalaciones tipo 2 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF] .....	45
Tabla 20. Totales de número de instalaciones tipo 2 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF] .....	46
Tabla 21. Potencia total inscrita en el RPR de 2010 en kW. [Fuente: ASIF] .....	47
Tabla 22. Información Estadística sobre las Ventas de Energía Solar en España para el año 2010. [CNE] .....	48
Tabla 23. Cupos y primas para las distintas convocatorias de los años 2009 y 2010 para la energía solar fotovoltaica. [Fuente: <a href="http://www.suelosolar.es">http://www.suelosolar.es</a> ] .....	52
Tabla 24. Producción de instalaciones fotovoltaicas fijas (Años 2009 y 2010) .....	58
Tabla 25. Producción de instalaciones fotovoltaicas con seguidores (Años 2009 y 2010) .....	58
Tabla 26. Horas equivalentes de funcionamiento para las distintas instalaciones fotovoltaicas por zona climática. [BOE14] .....	71
Tabla 27. Limitación de horas equivalentes de funcionamiento para las distintas instalaciones fotovoltaicas hasta el 31 de diciembre de 2013. [BOE14] .....	72
Tabla 28. Producción de materias primas en la industria fotovoltaica española para el año 2010. [Fuente: ASIF] .....	92
Tabla 29. Producción de células fotovoltaicas de 2008 a 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW). [Fuente: ASIF] .....	94
Tabla 30. Capacidad de células fotovoltaicas de 2008 a 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW). [Fuente: ASIF] .....	94
Tabla 31. Producción de módulos fotovoltaicos de 2008 a 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW). [Fuente: ASIF] .....	95
Tabla 32. Capacidad de módulos fotovoltaicos de 2008 a 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW). [Fuente: ASIF] .....	95
Tabla 33. Producción y capacidad de inversores fotovoltaicos de 2009 y 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW). [Fuente: ASIF] .....	96
Tabla 34. Precios de abril a diciembre de 2010 para componentes de sistemas fotovoltaicos. [Fuente: <a href="http://www.solarbuzz.com">http://www.solarbuzz.com</a> ] .....	98
Tabla 35. Fabricantes y proveedores de componentes en el año 2010. ....	100-101
Tabla 36. Precios de la electricidad en países de la UE. Primer semestre 2010. [Fuente: UNESA] .....	125
Tabla 37. Tarifas eléctricas actualizadas a enero de 2011. ....	129

**ILUSTRACIONES**

Ilustración 1. El girasol, icono de las energías renovables por su enorme aprovechamiento de la luz solar, su uso para fabricar biodiesel y su parecido con el Sol. ....	21
Ilustración 2. Seguidor solar. ....	70
Ilustración 3. Energía fotovoltaica en el medio rural. ....	74
Ilustración 4. Parque Solar Valdecaballeros, Valdecaballeros, Badajoz, inaugurado en diciembre de 2010. ....	75
Ilustración 5. Sistema doméstico fotovoltaico. ....	75
Ilustración 6. Toyota Prius, gama 2010. ....	76
Ilustración 7. Tecnología autoensamblada. ....	81
Ilustración 8. Embudo Solar. ....	82
Ilustración 9. Células ultrafinas de silicio cristalino. ....	82
Ilustración 10. Definición gráfica de ósmosis y ósmosis inversa. ....	83
Ilustración 11. Panel de concentración fotovoltaica. ....	85
Ilustración 12. Evolución del mercado hacia la paridad de red. ....	103
Ilustración 13. Los beneficios de las energías renovables justifican la inversión. [Fuente: <a href="http://www.madrimasd.org">http://www.madrimasd.org</a> ] ....	104
Ilustración 14. Mayores propietarios de potencia fotovoltaica instalada en España. [Fuente: AEF, <a href="http://jumanjisolar.com">http://jumanjisolar.com</a> ] ....	110
Ilustración 15. Edificio proveedor de energía. ....	114
Ilustración 16. Portada PANER 2011-2020. ....	117
Ilustración 17. Definiciones gráficas de periodo punta y periodo valle para invierno y verano. ....	128





## Capítulo 1

# Objetivo, fases de desarrollo y estructura del proyecto

---

Año tras año, distintas asociaciones de empresas de todo el mundo elaboran informes o documentos recopilatorios sobre los aspectos más destacados en la evolución de diferentes sectores: industria, comercio, economía, telecomunicaciones,... y por supuesto, energía. Una parte importante del futuro del sector energético mundial es la inversión en fuentes de energía renovables, entre las que destaca la energía solar fotovoltaica.

De esa realidad nace la principal motivación del presente proyecto, que es proporcionar, en un único documento, una visión global y actualizada de la situación del sector fotovoltaico en España y su evolución durante el pasado año 2010.

España es, desde el año 2004, un país que apuesta por la energía solar fotovoltaica como principal fuente de energía renovable. Debido a su gran y rápida evolución dentro del mercado nacional, destacando el año 2008 como principal punto de inflexión, considero que este informe es de vital importancia, puesto que cuánto mayor y más actualizado sea el conocimiento sobre cierta actividad, mayor será el control que se pueda establecer sobre la misma. Empresas como ASIF (Asociación de la Industria Fotovoltaica) elaboran anualmente un informe de carácter similar al que se presenta en este documento.

### **Objetivo y fases del desarrollo**

El objetivo de este proyecto de fin de carrera es examinar la situación actual de la energía fotovoltaica en España y su evolución durante el pasado año 2010. Para ello se han llevado a cabo las siguientes tareas:

- Estudio general de la energía solar fotovoltaica.
- Compilación masiva de información sobre el sector fotovoltaico español.



- Recopilación de datos y posterior análisis para tener conocimiento de la situación actual de la industria fotovoltaica española (potencia instalada, tarifas, materias primas,...)
- Examen exhaustivo de los principales cambios en la regulación fotovoltaica nacional.
- Explicación de los principales avances en aplicaciones fotovoltaicas e I+D.
- Presentación de principales proyectos, propietarios e inversores fotovoltaicos españoles.
- Investigación sobre industria, crecimiento y posible futuro de la energía solar fotovoltaica en España.

### **Estructura de la memoria**

Para facilitar la lectura de la memoria, se incluye a continuación un breve resumen de cada capítulo:

- **Capítulo 1: Objetivo, fases de desarrollo y estructura del proyecto.** Objetivo y motivación del proyecto. Fases del desarrollo y estructura de la memoria.
- **Capítulo 2: Introducción.** Descripción de todo lo necesario para la correcta ubicación del proyecto, en lo que rodea a la energía solar fotovoltaica.
- **Capítulo 3: Evolución fotovoltaica en España.** Antecedentes históricos de la energía solar fotovoltaica en España, evolución de tarifas y de potencia instalada.
- **Capítulo 4: Información fotovoltaica 2010.** Se muestran los datos de potencia fotovoltaica instalada en España durante 2010 por convocatorias, comunidades autónomas y tipo de instalación, con un resumen final y gráficos ilustrativos. Además se incluyen dos estudios sobre energía fotovoltaica, uno tarifario y otro de producción. También se incluye el informe climático de 2010 en lo que respecta al Sol, proporcionado por AEMET.
- **Capítulo 5: Regulación, normativa y presupuestos.** Resumen de la regulación fotovoltaica actual, con una pequeña introducción a la evolución futura de los presupuestos. Se incluyen las dos principales modificaciones de normativa fotovoltaica aprobadas durante 2010, el Real Decreto 1565/2010 y el Real Decreto-ley 14/2010.
- **Capítulo 6: Implementación de los sistemas fotovoltaicos.** Se explican las principales y más novedosas aplicaciones de energía solar fotovoltaica. Se incluyen los proyectos más importantes y los aspectos más destacados de I+D y sus presupuestos.
- **Capítulo 7: Industria y crecimiento.** Muestra y pequeño análisis de la producción fotovoltaica en España: materias primas, módulos, células, inversores,... Se presentan las principales empresas que trabajan en el territorio nacional y sus ocupaciones dentro del sector fotovoltaico. Además se añade información sobre los grandes propietarios e inversores fotovoltaicos españoles y el verdadero valor del negocio fotovoltaico, tanto en inversión como en financiación.



- **Capítulo 8: El futuro de la fotovoltaica, visiones y perspectivas.** Se trata de dar una visión global futura de la industria fotovoltaica, a tener en cuenta en la elaboración de futuros informes.



## Capítulo 2

### Introducción

---

Una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa, es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener energía: éstas serían las energías alternativas.

Además, el abuso de las energías convencionales actuales tales como el petróleo o la combustión de carbón, entre otras, acarrea consigo problemas de agravación progresiva como la contaminación, el aumento de los gases invernadero y la perforación de la capa de ozono.

La discusión energía alternativa/convencional no es una mera clasificación de las fuentes de energía, sino que representa un cambio que necesariamente tendrá que producirse durante este siglo. Es importante reseñar que las energías alternativas, aun siendo renovables, también son finitas, y como cualquier otro recurso natural tendrán un límite máximo de explotación. Por tanto, incluso aunque podamos realizar la transición a estas nuevas energías de forma suave y gradual, tampoco van a permitir continuar con el modelo económico actual basado en el crecimiento perpetuo. Es por ello por lo que surge el concepto de Desarrollo Sostenible.

El Desarrollo Sostenible pretende satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades. El modelo económico que pretende se basa en las siguientes premisas:

- El uso de fuentes de energía renovable, ya que las fuentes fósiles actualmente explotadas terminarán agotándose, según los pronósticos actuales, en el transcurso de este siglo XXI.
- El uso de fuentes limpias, abandonando los procesos de combustión convencionales y la fisión nuclear.
- La explotación extensiva de las fuentes de energía, proponiéndose como alternativa el fomento del autoconsumo, que evite en la medida de lo posible la construcción de grandes infraestructuras de generación y distribución de energía eléctrica.
- La disminución de la demanda energética, mediante la mejora del rendimiento de los dispositivos eléctricos (electrodomésticos, lámparas, etc.)
- Reducir o eliminar el consumo energético innecesario. No se trata sólo de consumir más eficientemente, sino de consumir menos, es decir, desarrollar una conciencia y una cultura del ahorro energético y condena del despilfarro.
- La producción de energías limpias, alternativas y renovables no es por tanto una cultura o un intento de mejorar el medio ambiente, sino una necesidad a la que el ser humano se va a ver abocado, independientemente de nuestra opinión, gustos o creencias.

En relación con el Desarrollo Sostenible, se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos categorías: no contaminantes o limpias y contaminantes.

Las contaminantes se obtienen a partir de la materia orgánica o biomasa, y se pueden utilizar directamente como combustible (madera u otra materia vegetal sólida), bien convertida en bioetanol o biogás mediante procesos de fermentación orgánica o en biodiesel, mediante reacciones de transesterificación y de los residuos urbanos. Tienen el mismo problema que la energía producida por combustibles fósiles. En la combustión emiten dióxido de carbono, gas de efecto invernadero, y a menudo son aún más contaminantes puesto que la combustión no es tan limpia, emitiendo hollines y otras partículas sólidas. Se encuadran dentro de las energías renovables porque mientras puedan cultivarse los vegetales que las producen, no se agotarán. También se consideran más limpias que sus equivalentes fósiles, porque teóricamente el dióxido de carbono emitido en la combustión ha sido



*Ilustración 1. El girasol, icono de las energías renovables por su enorme aprovechamiento de la luz solar, su uso para fabricar biodiesel y su parecido con el Sol.*



previamente absorbido al transformarse en materia orgánica mediante fotosíntesis. En realidad no es equivalente la cantidad absorbida previamente con la emitida en la combustión, porque en los procesos de siembra, recolección, tratamiento y transformación, también se consume energía, con sus correspondientes emisiones.

Entre las fuentes renovables no contaminantes destacan:

- Energía azul (llegada de masas de agua dulce a masas de agua salada)
- Energía eólica (viento)
- Energía geotérmica (calor de la Tierra)
- Energía hidráulica (los ríos y corrientes de agua dulce)
- Energía mareomotriz (los mares y océanos)
- Energía solar (Sol)

En esta última es el la que se basa este proyecto, concretamente, en la solar fotovoltaica.

### **Energía solar fotovoltaica**

La Real Academia Española define la energía radiante como la energía existente en un medio físico, causada por ondas electromagnéticas, mediante las cuales se propaga directamente sin desplazamiento de la materia.

La energía solar fotovoltaica convierte la energía que procede del Sol directamente en energía eléctrica. En este sentido difiere, por ejemplo, de la energía solar térmica, que utiliza la energía del Sol en forma de calor. Para convertir la energía del Sol en energía eléctrica y poder utilizarla de la forma más eficiente posible se diseñan los sistemas fotovoltaicos, que constan de diferentes elementos: receptores, inversores, baterías, células solares,...

La corriente eléctrica continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna mediante un aparato electrónico llamado inversor e inyectar en la red eléctrica, operación actualmente sujeta a subvenciones en muchos lugares para una mayor viabilidad.

El proceso, simplificado, sería el siguiente: Se genera la energía a bajas tensiones (380-800 V) y en corriente continua. Se transforma con un inversor en corriente alterna, y mediante un centro de transformación se eleva a media tensión (15 ó 25 kV) y se inyecta en las redes de transporte de la compañía.

En entornos aislados, donde se requiere poca potencia eléctrica y el acceso a la red es difícil, como estaciones meteorológicas o repetidores de comunicaciones, se emplean las placas fotovoltaicas como alternativa económicamente viable. Para comprender la importancia de esta posibilidad, conviene tener en cuenta que aproximadamente una cuarta parte de la población mundial no tiene acceso a la energía eléctrica.



### Instalaciones fotovoltaicas

Una instalación fotovoltaica tiene como objetivo producir energía eléctrica a partir de la energía solar. Esta generación de energía eléctrica, sin emisión de contaminantes, se produce como resultado de la captación directa de energía solar y mediante la intervención del llamado efecto fotovoltaico.

Los principales elementos que componen una instalación fotovoltaica son:

- **Módulos o placas solares fotovoltaicas.** Son los elementos que captan la energía del Sol. Absorben los fotones de la radiación solar y los transforman en una corriente de electrones de forma continua, es decir, en energía eléctrica de señal continua. Están compuestos de materiales semiconductores, principalmente de Silicio.
- **Soporte o estructura de las placas.** El diseño de la estructura se realiza de acuerdo con la orientación y el ángulo de inclinación especificado para las placas fotovoltaicas, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales.
- **Baterías o acumuladores.** Normalmente la corriente generada no es consumida en el acto, por lo que es necesario almacenarla en un bloque de baterías para que esté disponible cuando resulte necesaria. La inmensa mayoría de las baterías son de plomo-ácido, es decir, están formadas por unos electrodos de plomo inmersos en una solución electrolítica agua con ácido sulfúrico).
- **Regulador de carga.** Controla la entrada de electricidad en la batería, protegiéndola contra sobrecargas o bajadas de tensión que puedan dañarla. Los modelos más avanzados tienen capacidad de poner en marcha el generador para producir electricidad cuando la batería corre riesgo de descarga total.
- **El inversor.** Es el encargado de la conversión de la corriente continua producida por el campo fotovoltaico en corriente alterna similar a la de los enchufes domésticos, que es la única utilizable en la alimentación de los electrodomésticos convencionales. Suele ser el encargado de poner en marcha el grupo generador. El inversor es capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante. Además, debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

Básicamente se distinguen dos tipos de aplicaciones de la energía solar fotovoltaica: los sistemas aislados o autónomos y los sistemas conectados a red.

Las instalaciones fotovoltaicas aisladas son diseñadas y construidas para ser utilizadas independientemente de la red eléctrica, o en combinación de la misma, pero sin inyectar la electricidad generada en la red eléctrica.



Dentro de las principales aplicaciones de éste tipo de instalaciones están todos aquellos sistemas que necesitan de algún tipo de alimentación eléctrica, pero que por sus propias características están aisladas o distantes de una red de suministro eléctrico. Dentro de estos sistemas podríamos nombrar entre otros, viviendas aisladas en zonas de montaña, explotaciones agrícolas, sistemas de bombeo de agua, estaciones meteorológicas, puntos de socorro en carretera, farolas, paneles de aviso, etc.

Actualmente sólo el 1% de las instalaciones en funcionamiento en España son aisladas. El 99% restante corresponde a las instalaciones de conexión a red.

Las instalaciones fotovoltaicas con conexión a la red son aquellas que generan electricidad mediante un proceso de conversión fotovoltaico y la inyectan a la red eléctrica convencional, facturándose a la compañía eléctrica, que por ley está obligada a comprarla a un precio establecido de antemano.

A partir de esto, podemos afirmar que la principal ventaja de dichas instalaciones radica en que se logran ingresos adicionales al vender la electricidad a las compañías eléctricas que por ley están obligadas a comprarla.

Para que estas instalaciones sean técnicamente viables, se deben cumplir, en todos los casos los siguientes requisitos:

- Cercanía a la instalación solar fotovoltaica de una línea de distribución de energía eléctrica, para poder inyectar a la misma la energía eléctrica producida por la instalación.
- Tener definido el punto de conexión a la red eléctrica, facilitado por la compañía distribuidora.
- Realizar la instalación, con equipos de generación y distribución de primera calidad, con las debidas protecciones, debidamente verificadas y garantizadas por los fabricantes, acordes con la legislación vigente.
- La instalación debe ser llevada a cabo por una empresa instaladora acreditada por la administración competente.

A nivel administrativo, por el Real Decreto 1565/2010, se clasifican actualmente las instalaciones del subgrupo b.1.1, correspondientes a instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica (grupo de instalaciones que utilizan como energía primaria la energía solar), de la forma siguiente:

- a) **Tipo 1.** Instalaciones que estén ubicadas en cubiertas o fachadas de construcciones fijas, cerradas, hechas de materiales resistentes, dedicadas a usos residencial, de servicios, comercial o industrial, incluidas las de carácter agropecuario, en todos los casos, cuando en su interior exista un punto de suministro de potencia contratada por al menos un 25 por ciento de la potencia nominal de la instalación que se pretende ubicar durante los primeros





veinticinco años a contar desde el primer día del mes siguiente al acta de puesta en marcha de la instalación de producción.

O bien, instalaciones que estén ubicadas sobre estructuras fijas de soporte que tengan por objeto un uso de cubierta de aparcamiento o de sombreamiento, en ambos casos de áreas dedicadas a alguno de los usos anteriores, y se encuentren ubicadas en una parcela con referencia catastral urbana.

Se excluyen expresamente de este tipo I las instalaciones ubicadas sobre estructuras de invernaderos y cubiertas de balsas de riego, y similares.

Las instalaciones de este tipo se agrupan, a su vez, en dos subtipos:

**Tipo 1.1:** Instalaciones del tipo I, con una potencia inferior o igual a 20 kW.

**Tipo 1.2:** Instalaciones del tipo I, con una potencia superior a 20 kW.

b) **Tipo 2.** Instalaciones no incluidas en el tipo I anterior.

## Capítulo 3

# *Evolución fotovoltaica en España*

---

Tras un exhaustivo estudio de las necesidades energéticas españolas en marzo de 2004, el entonces gobierno de José María Aznar, sacó adelante el primer Real Decreto 436/2004, que pretendía promocionar la generación de energía por medios renovables e inversión privada.

Aquel primer decreto, proporcionaba los ingredientes necesarios para el nacimiento y expansión de cualquier sector industrial:

- Seguridad jurídica.
- Incentivos económicos.

En el caso de la energía solar fotovoltaica se impusieron unos primeros objetivos de potencia instalada conectada a la red de distribución (380 MW), muy humildes para un país como España.

La prima para los inversores era muy atractiva: 575% del precio medio de la electricidad convencional durante 25 años. Aún así el país tardó más de dos años en cubrir esos 380 MW de potencia que, para que nos hagamos una idea, es la misma potencia que instala Alemania actualmente en 3 meses (incluso en la actual época de crisis).

En Junio de 2007, el gobierno legisla unilateralmente y de forma retroactiva anulando el Real Decreto 436/2004 y desvincula el precio que se paga por cada kWh generado por la energía fotovoltaica y marca un precio fijo que se revisará anualmente con el IPC-0'50, con el consiguiente perjuicio a quienes invirtieron con unas determinadas condiciones que se modifican en medio de la inversión.

La mayoría del sector aceptó este hecho por el bien común, quizá debido a su inmadurez, por no poner en peligro un sector que comenzaba a dar sus primeros pasos internacionales y quería ser emblema industrial y tecnológico de España.



Los inversores internacionales (en su mayoría europeos) también aceptaron el cambio legislativo, interpretándolo como un pequeño ajuste en la inmadura legislación española en materia de energías renovables en comparación con otros países como Alemania con 15 años de experiencia.

En Septiembre de 2007 el gobierno anuncia una rebaja sustancial de primas a la producción y otorga el plazo de un año para que finalicen las obras que se estén llevando a cabo y quieran ser acogidas al actual marco de primas.

De repente, todos los pequeños inversores que tenían planificado en algún momento invertir en este sector lo hacen en masa y a la vez, y los grandes grupos adelantan las partidas de inversión de los próximos años al 2008. El sector se desborda, la demanda de España de módulos solares y equipos colapsa el mercado internacional y hace subir los precios.

En 2008 se instalan en España más de 2500 MW de potencia fotovoltaica. Esta situación, a pesar de tener una parte negativa, también tuvo la parte más positiva de la historia fotovoltaica de España.

España se convirtió técnica e industrialmente en un referente mundial de un sector que interesa a nivel global. Muchas pymes españolas se internacionalizaron y dieron el salto a mercados tan exigentes como el de Estados Unidos, mientras que otras muchas fueron las pioneras en el desarrollo de la incipiente industria fotovoltaica en países como Italia, Grecia, Francia o Bulgaria, que empezaban su andadura entonces. Gracias a ello, actualmente las empresas españolas fabricantes de productos y componentes fotovoltaicos son líderes en estos mercados.

En Septiembre de 2008, mediante Real Decreto 1578/2008 se publican las condiciones técnicas y económicas que regularán las nuevas instalaciones fotovoltaicas, se imponen unos cupos máximos de instalación de poco más de 100 MW al trimestre y se rebajan las primas a la producción entre un 30% y un 40% con un coeficiente decreciente con el tiempo.

El sector industrial (instaladores, ingenierías, fabricantes de equipos) que había crecido espectacularmente desde 2006 llegando a generar más de 120.000 empleos entre directos e indirectos se viene abajo a principios de 2009 por la baja demanda. Muchas jóvenes empresas desaparecen y las grandes comienzan a despedir personal masivamente.

No obstante, nuevamente y gracias al espíritu emprendedor de los actores de este sector (clientes y empresas) en la segunda mitad de 2009, en plena crisis económica internacional, el sector repunta basado en un menor nivel de ingresos para las nuevas instalaciones pero contando con la seguridad jurídica de las instalaciones. Los bancos vuelven a financiar instalaciones, las empresas instaladoras y de ingeniería que quedan, vuelven a generar empleo y se empiezan a cubrir los cupos que el gobierno había impuesto y que hasta entonces no se habían copado.

Sin embargo el marco regulatorio equivocado instaurado por el Gobierno de España hace que cuanto mayor sea la demanda menor sea la retribución que reciba el inversor fotovoltaico, en un sector que mejora su curva de aprendizaje, que cada vez es más eficiente y que ofrece un precio de MW instalado más barato, casi el 50%, de lo que valía en 2007.

Como veremos en este proyecto, esta tendencia regulatoria negativa continuará durante el año 2010, y provocará que el crecimiento del mercado fotovoltaico se detenga.

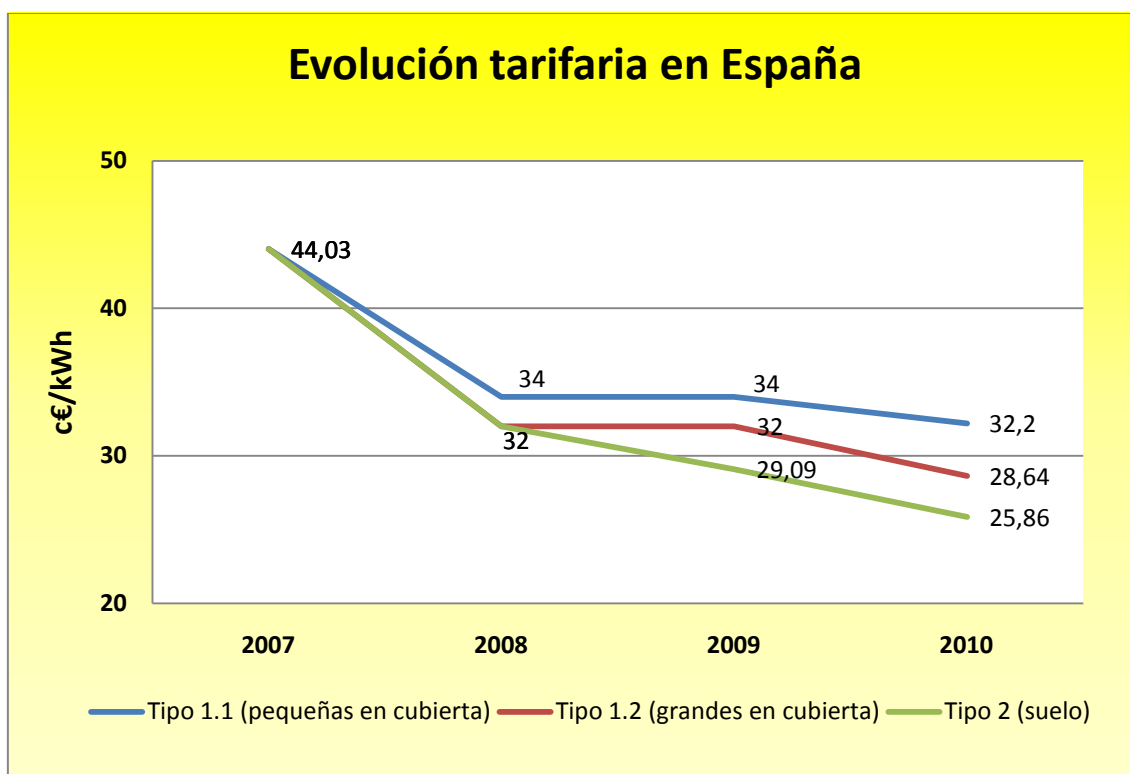


Figura 1. Evolución tarifaria fotovoltaica en España desde 2006. [Fuente: ASIF, CNE, REE]

	Energía Vendida (GWh)	Potencia Instalada (MW)	Nº Instalaciones
2004	18	23	3.266
2005	40	47	5.391
2006	105	146	9.875
2007	484	690	20.284
2008	2.528	3.398	51.310
2009	5.939	3.416	52.106
2010	6.328	3.807	54.403

Tabla 1. Resumen de Información Estadística sobre las Ventas de Energía Solar Fotovoltaica en España. [CNE]

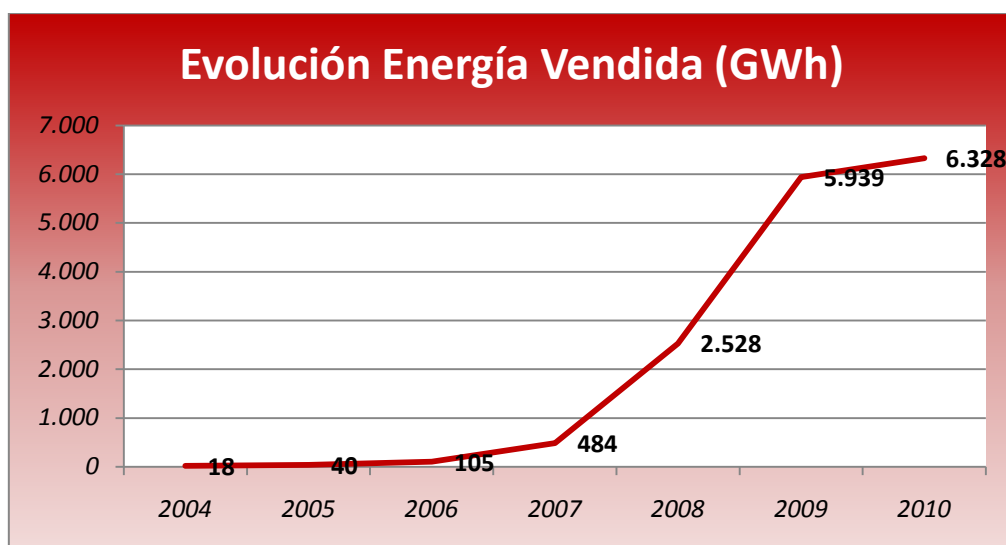


Figura 2. Evolución de la energía vendida (GWh).

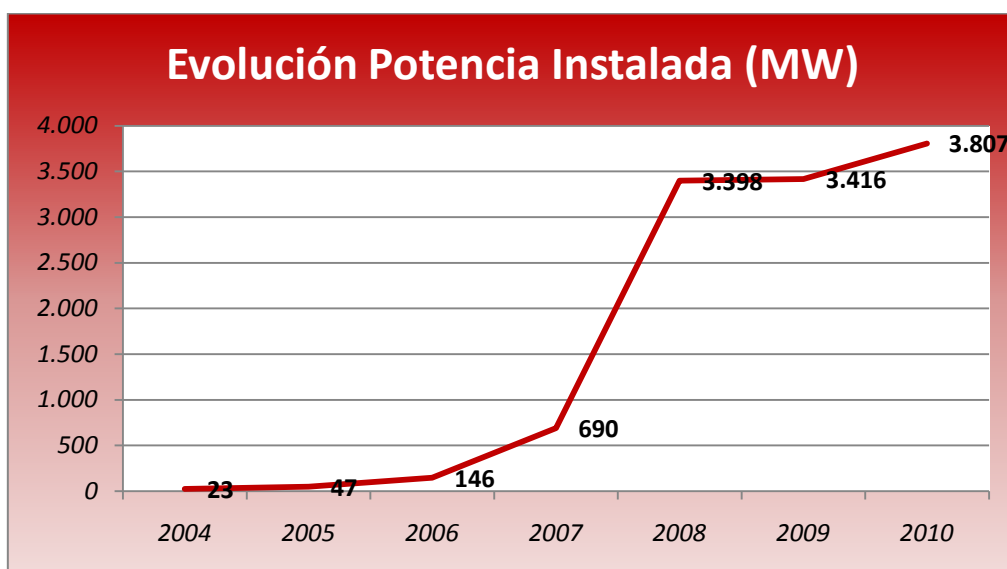


Figura 3. Evolución de la potencia instalada acumulada (MW).

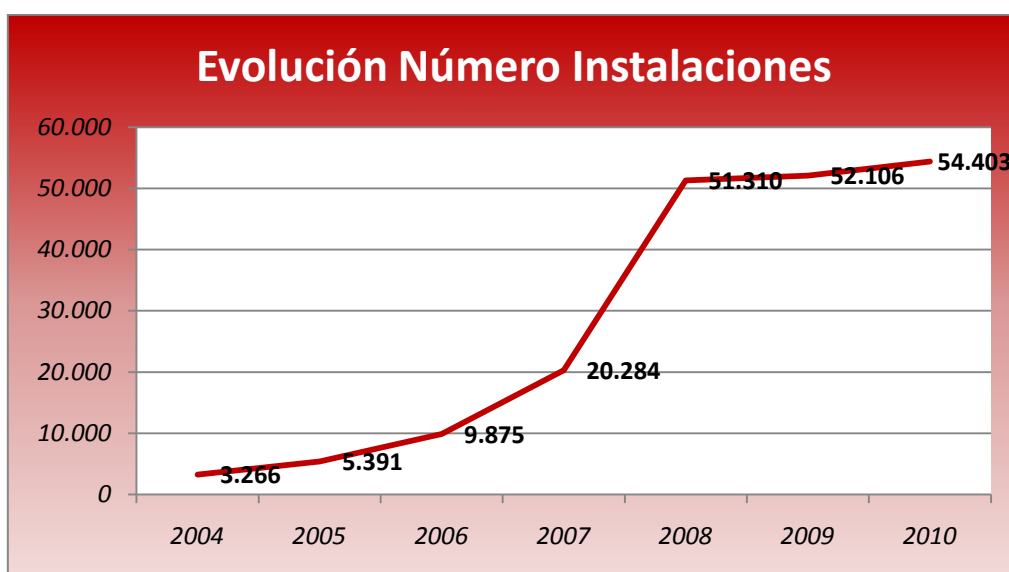


Figura 4. Evolución del número de instalaciones.

Potencia Instalada (MW)								
	COGENERACIÓN	SOLAR	EÓLICA	HIDRÁULICA	BIOMASA	RESIDUOS	TRAT. RESIDUOS	TOTAL
2001	5.345	4	3.508	1.559	231	449	157	11.252
2002	5.561	7	5.066	1.591	353	461	326	13.366
2003	5.621	11	6.324	1.664	455	468	423	14.965
2004	5.685	23	8.532	1.706	470	585	474	17.475
2005	5.687	47	10.095	1.768	500	585	543	19.225
2006	5.814	146	11.897	1.898	541	579	629	21.503
2007	6.012	701	14.536	1.895	557	559	533	24.793
2008	6.058	3.459	16.323	1.979	587	569	571	29.545
2009	5.897	3.647	18.832	1.990	663	562	658	32.249
2010	6.046	4.338	19.548	1.997	706	604	658	33.896

Tabla 2. Evolución de la potencia instalada en MW en España por tecnologías. [CNE]

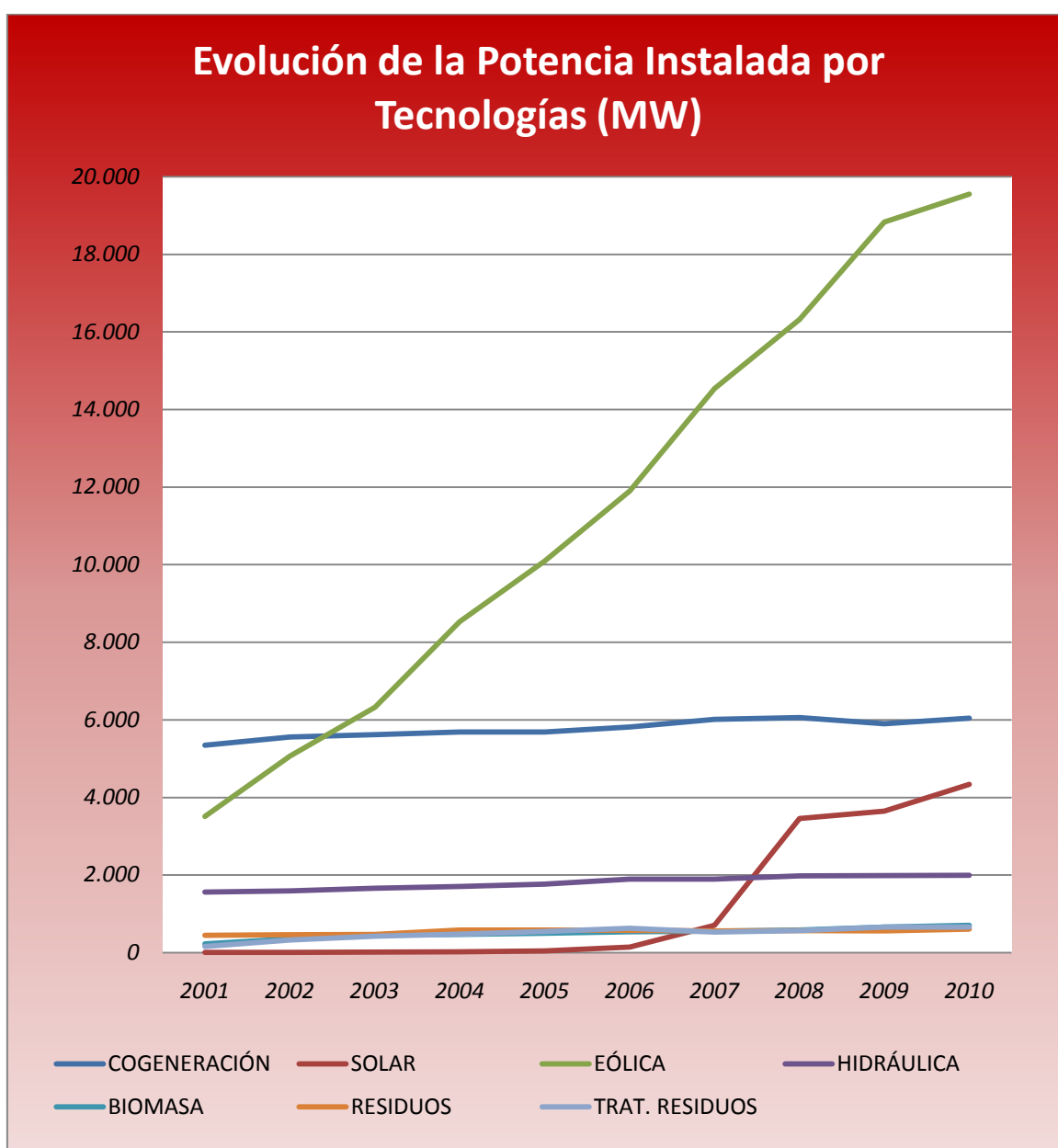


Figura 5. Evolución de la potencia instalada en MW en España por tecnologías.

## Capítulo 4

### *Información fotovoltaica 2010*

---

Durante 2010, las energías renovables han cubierto el 35% del total de la demanda eléctrica en España, seis puntos más que en 2009. La energía eólica es el líder indiscutible (el 16% de la demanda total), mientras que la producción fotovoltaica fue responsable del 2,5%, con un máximo del 4% en el mes de junio (valores estimados a partir de datos de la CNE y la REE).

Sin embargo, las incertidumbres con el marco regulador de tarifas han dado lugar a una desaceleración en algunas iniciativas potenciales. Después del crecimiento explosivo de la energía fotovoltaica instalada en 2008, las modificaciones posteriores del marco regulatorio han reducido significativamente el anual de instalaciones durante los años 2009 y 2010. Recientes nuevas leyes en noviembre (reducción importante de retribuciones para las nuevas instalaciones fotovoltaicas) y diciembre (limitación de equivalente de horas de trabajo en las instalaciones) van a tener un impacto sobre los planes de futuro de los profesionales de la industria fotovoltaica y en general.

En los últimos 10 años, el número de empresas del sector ha pasado de un par de docenas a cientos de ellas. En cuanto a volumen de negocio en 2008 fue superior a los 30.000 millones de euros y dio empleo a más de 40.000 personas en España, según datos de la patronal.

Sin embargo, según los datos de 2009 presentados por ASIF (Asociación de Industria Fotovoltaica), se aprecia que la nueva potencia fotovoltaica instalada en España durante el ejercicio fue de 70 MW, frente a los 2.500 MW de 2008, cuando la burbuja del sector alcanzó su mayor tamaño. A cierre de 2009, la potencia fotovoltaica ronda los 3.500 MW.

ASIF indica que el Gobierno adjudicó 502 MW en 2009, pero sólo se instalaron 70, y que el parón de 2009 se debe a la regulación y a la caída en un 50% del precio de los paneles. Las fábricas operaron al 25% de capacidad y exportaron el 75% de la producción, y el valor del mercado cayó un 98%, de 16.380 millones a 233 millones.



En 2009, el 3% de cobertura de la demanda eléctrica nacional correspondía a la tecnología fotovoltaica, con un pico del 4% durante el mes de agosto, según datos publicados por el operador del sistema. Según la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (EPIA), el objetivo para 2020 es que el 12% del suministro de toda la energía eléctrica europea sea a través de la energía solar fotovoltaica, siendo el objetivo para España conseguir la instalación de al menos 20 GW para el citado 2020.

La obligación de alcanzar el objetivo europeo de cubrir un 20% de consumo energético con energías renovables en 2020 implica necesariamente más renovables y, con ello, menores horas de funcionamiento para las tecnologías convencionales y menores precios de casación de la electricidad. Ambos efectos son positivos, pero aprovecharlos requiere una modificación del sistema eléctrico actual.

### **I+D**

Durante 2010, la I + D con respecto a la energía fotovoltaica en España se ha desarrollado gracias diferentes iniciativas de apoyo nacionales y regionales (aparte del séptimo Programa Marco de la UE). Los más relevantes vienen del CDTI (Centro para el Desarrollo Industrial y Técnico). El objetivo principal de esas iniciativas es la reducción del costo de los kWh generados por energía fotovoltaica. El esquema de trabajo se basa en la creación de un consorcio para desarrollar el conocimiento específico o productos específicos. En la mayoría de los casos el consorcio está liderado por los socios industriales que utilizan los avances en I + D proporcionados por los centros de investigación para completar sus iniciativas de desarrollo. La mención específica debe hacerse a los proyectos con respecto a los temas siguientes:

- Tecnologías de concentración fotovoltaica y desarrollo de componentes.
- Tecnología de película fina, sobre todo CIGS.
- Mejora de la oblea de silicio para mejorar la eficiencia y material de menor consumo.
- Nuevos materiales en la construcción de los módulos fotovoltaicos.
- BIPV.

Todas estas iniciativas están alineadas con las del Plan Estratégico de Tecnologías Energéticas (Plan SET) de la UE, que se presentó en octubre de 2010. El plan, considerado como una herramienta para coordinar la I + D en los estados miembros, tiene rutas específicas para el establecimiento de fotovoltaica como una tecnología energética competitiva, que tiene como meta que el 12% del consumo total de electricidad en Europa se produzca de manera fotovoltaica para el año 2020 [IEA].

### **Situación de la industria**

Las modificaciones normativas del sector fotovoltaico han afectado a la industria española en el sentido de que ha habido una cierta pérdida de puestos de trabajo, sobre todo en la actividad de instalaciones fotovoltaicas. Por otra parte, y con respecto a la producción de componentes, la actividad empresarial ha continuado centrada en la producción de módulos e inversores, y se han abierto nuevas



instalaciones utilizando la tecnología CIGS de capa delgada. En este sentido, se ha comprobado el gran potencial de la tecnología de capa delgada en la integración fotovoltaica arquitectónica. Por último, en base a la gran experiencia y el buen nivel de España en I+D en lo que se refiere la concentración fotovoltaica, y con el apoyo de la subvención pública a las iniciativas de desarrollo de productos, los fabricantes en el sector de componentes y herramientas de medición se han abierto recientemente a esta actividad [IEA].

Potencia Instalada Acumulada (MW)						
COGENERACIÓN	SOLAR	EÓLICA	HIDRÁULICA	BIOMASA	RESIDUOS	TRAT. RESIDUOS
6.046	4.338	19.548	1.997	706	604	658

Tabla 3. Potencia instalada acumulada (MW) en España de las principales tecnologías. [CNE]

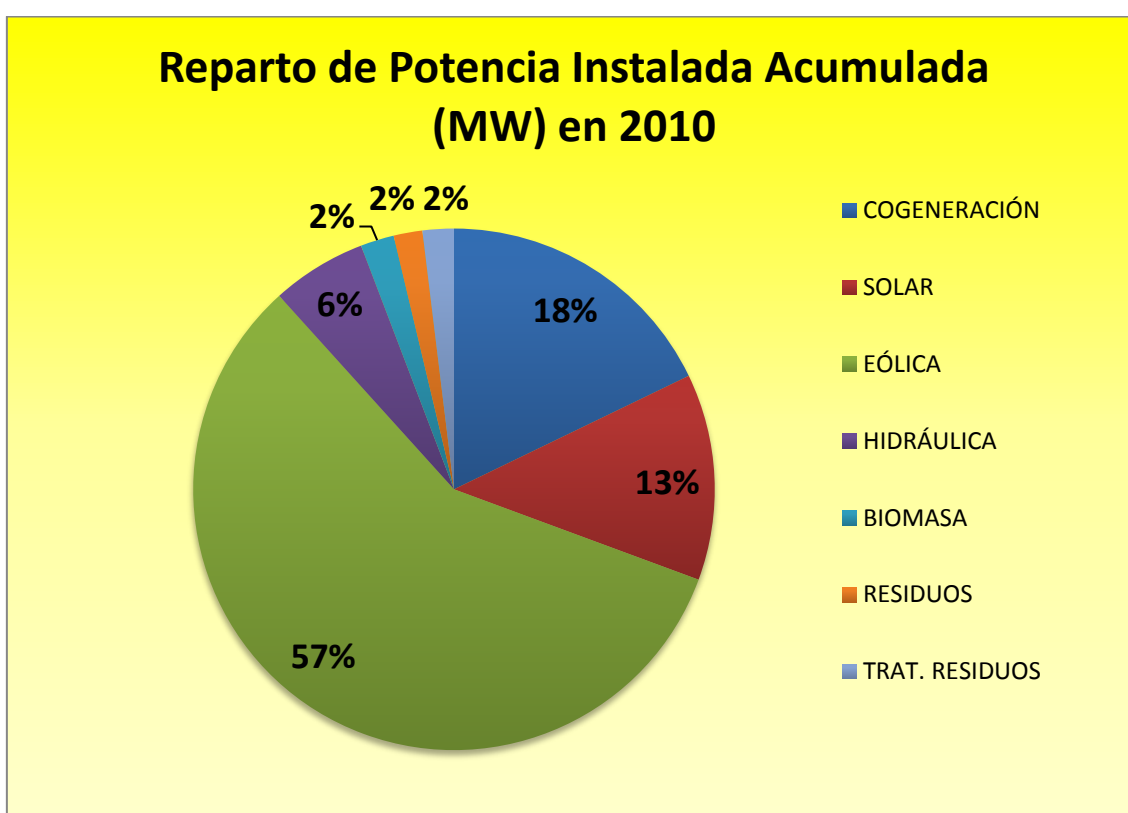


Figura 6. Reparto de potencia instalada acumulada (MW) en 2010 de las principales tecnologías.

Nº Instalaciones						
COGENERACIÓN	SOLAR	EÓLICA	HIDRÁULICA	BIOMASA	RESIDUOS	TRAT. RESIDUOS
970	54.416	1.128	1.033	155	35	52

Tabla 4. Número de instalaciones en España de las principales tecnologías. [CNE]

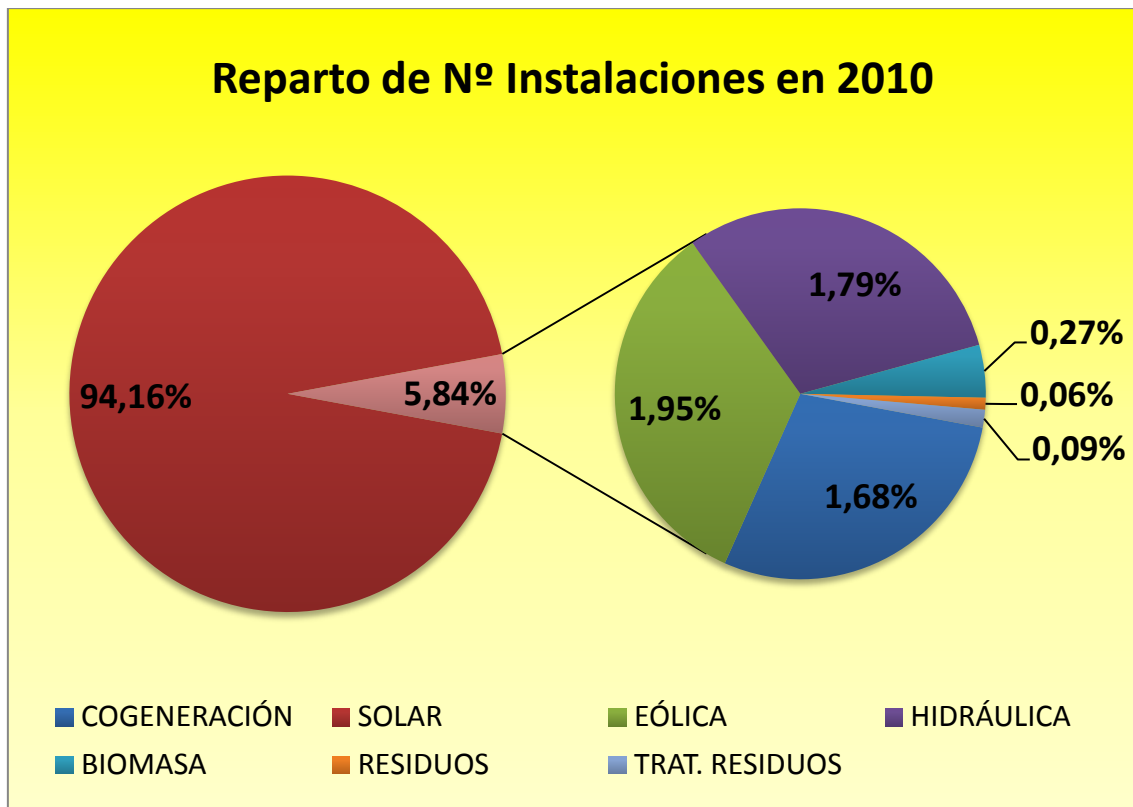


Figura 7. Reparto de número de instalaciones en 2010 de las principales tecnologías.



#### 4.1. Potencia fotovoltaica instalada

La capacidad fotovoltaica instalada a finales de 2010 en España alcanzó los 3.800 MW. Esa potencia ha sido capaz de cubrir el 2,5% del total la demanda de electricidad para el año 2010. El impresionante crecimiento de la fotovoltaica instalada en 2008 procedente de las condiciones excepcionales de precio ha llevado a que se hayan realizado desde entonces ciertas modificaciones en el marco regulatorio.

En primer lugar, fue la tarifa reducción (alrededor del 30%) del Real Decreto 1578/2008 y el establecimiento de un límite de 500 MW anuales. Recientemente (noviembre de 2010), el Real Decreto 1565/2010 ha reducido nuevamente las retribuciones para las nuevas instalaciones fotovoltaicas, distinguiendo entre la instalaciones de suelo (un 45% menos), las instalaciones grandes en cubierta (un 25% menos) y las de tejado pequeño (un 5% menos) Además, el Real Decreto-Ley 14/2010, de 24 de diciembre, establece un límite de horas de producción para la aplicación de la tarifa de la energía fotovoltaica producida.

Una exhaustiva recopilación de datos hace posible que se presenten a continuación los datos de potencia fotovoltaica instalada para el año 2010 en el territorio nacional. Todos los datos que se presentan en este apartado han sido proporcionados por ASIF.

En las tablas 1, 2, 3 y 4 se muestran los datos de kW instalados y de número de instalaciones para la primera, segunda, tercera y cuarta convocatoria de 2010 respectivamente (Q1, Q2, Q3, Q4).

En las tablas 5, 6, 7 y 8 se muestran los datos para todo el año 2010 para instalaciones tipo 1.1, con los que se han realizado las gráficas correspondientes. Cataluña está muy por encima del resto de comunidades, con aproximadamente 4,3 MW instalados en 280 instalaciones.

Del mismo modo, en las tablas 9, 10, 11 y 12 se muestran los datos para todo el año 2010 para instalaciones tipo 1.2, con los que también se han realizado las gráficas correspondientes. Destacan poderosamente cuatro comunidades autónomas en este caso: Comunidad Valenciana, Murcia, Cataluña y Andalucía, siendo la primera la que mayor potencia fotovoltaica de tipo 1.2 ha instalado durante 2010, con un total de 48,6 MW en 312 instalaciones.

Sin embargo, en las instalaciones de tipo 2, cuyos datos se presentan en las tablas 13, 14, 15 y 16, Extremadura y Castilla y León se ganan un lugar entre las grandes comunidades fotovoltaicas españolas, destacando los casi 56,7 MW instalados en 19 instalaciones para la primera y los 45,8 MW en 70 instalaciones para la segunda. Los dos mayores proyectos fotovoltaicos de 2010 (La Verilleja y Valdecaballeros) han tenido mucho que ver, ya que ambos se han llevado a cabo en la provincia de Badajoz.



Q1	kW		kW		kW	
	Tipo 1,1	Nº Inst.	Tipo 1,2	Nº Inst.	Tipo 2	Nº Inst.
ANDALUCIA	947,4	55	10087,05	103	5430	19
ARAGON	200,6	13	4780	19	200	2
ASTURIAS	25	2	0	0	0	0
BALEARES	20	1	346	5	0	0
CANARIAS	304,37	21	3060,93	48	0	0
CANTABRIA	33,8	8	0	0	0	0
CASTILLA LA MANCHA	780,11	51	7591,55	54	0	0
CASTILLA Y LEON	390,08	27	1759,6	29	3544,75	13
CATALUÑA	903,81	65	11892,8	51	1479,6	7
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	1067,95	79	9361,65	85	200	2
EXTREMADURA	180	10	330	5	25340	4
GALICIA	112,4	12	61,7	2	0	0
LA RIOJA	69,65	4	400	4	4000	1
MADRID	440,2	38	2731,85	15	0	0
MURCIA	204,3	15	8063,8	35	3299,9	18
NAVARRA	105,24	11	1363,9	16	7400	4
PAIS VASCO	231,3	18	691	9	0	0
<b>Total</b>	<b>6016,21</b>	<b>430</b>	<b>62521,83</b>	<b>480</b>	<b>50894,25</b>	<b>70</b>

Tabla 5. Información fotovoltaica para la primera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas y tipo de instalación. [Fuente: ASIF]

Q2	kW		kW		kW	
	Tipo 1,1	Nº Inst.	Tipo 1,2	Nº Inst.	Tipo 2	Nº Inst.
ANDALUCIA	766,65	56	9944,28	43	12800	52
ARAGON	259,16	18	564,95	10	0	0
ASTURIAS	0	0	0	0	0	0
BALEARES	36,75	4	637,8	9	0	0
CANARIAS	168,95	12	4227,85	42	1600	7
CANTABRIA	34,2	8	540	1	0	0
CASTILLA LA MANCHA	708,8	44	3780,15	36	3000	1
CASTILLA Y LEON	367,2	25	4773,3	39	14199	14
CATALUÑA	1333,18	75	9055	31	1500	1
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	397,35	29	13990,5	79	0	0
EXTREMADURA	173,61	18	53,24	1	8633	3
GALICIA	184,9	12	530,9	3	0	0
LA RIOJA	115	6	300	3	0	0
MADRID	275,4	48	3562	10	0	0
MURCIA	367	25	8239,9	26	10652	10
NAVARRA	205,9	12	1096	11	0	0
PAIS VASCO	367,5	19	181,37	4	0	0
<b>Total</b>	<b>5761,55</b>	<b>411</b>	<b>61477,24</b>	<b>348</b>	<b>52384</b>	<b>88</b>

Tabla 6. Información fotovoltaica para la segunda convocatoria de 2010 por comunidades autónomas y tipo de instalación. [Fuente: ASIF]



Q3	kW		kW		kW	
	Tipo 1,1	Nº Inst.	Tipo 1,2	Nº Inst.	Tipo 2	Nº Inst.
ANDALUCIA	872,05	47	6369,2	50	7755	18
ARAGON	644,2	35	529,5	9	0	0
ASTURIAS	20	1	0	0	444	3
BALEARES	25,5	2	450,25	6	0	0
CANARIAS	175	14	3317,1	36	0	0
CANTABRIA	13,6	3			0	0
CASTILLA LA MANCHA	571,05	36	3882	28	4000	2
CASTILLA Y LEON	455,44	44	1900,8	27	8348	31
CATALUÑA	1127,48	72	11514,89	34	1400	5
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	906,5	56	15544,5	70	899,2	10
EXTREMADURA	220	14	616,05	6	22500	3
GALICIA	188,8	14	0	0	0	0
LA RIOJA	70	5	240	4	0	0
MADRID	209,3	18	4264,1	9	0	0
MURCIA	563,95	36	12566,95	31	6768	4
NAVARRA	341,4	14	1734	22	0	0
PAIS VASCO	277,5	18	80	1	0	0
<b>Total</b>	<b>6681,77</b>	<b>429</b>	<b>63009,34</b>	<b>333</b>	<b>52114,2</b>	<b>76</b>

Tabla 7. Información fotovoltaica para la tercera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas y tipo de instalación. [Fuente: ASIF]

Q4	kW		kW		kW	
	Tipo 1,1	Nº Inst.	Tipo 1,2	Nº Inst.	Tipo 2	Nº Inst.
ANDALUCIA	852,46	50	10940,3	71	1700	17
ARAGON	524,58	30	2348	13	100	1
ASTURIAS	10	1	0	0	0	0
BALEARES	98	5	624,45	8	1500	1
CANARIAS	135,1	13	6901,36	58	500	5
CANTABRIA	5	1	0	0	0	0
CASTILLA LA MANCHA	605,4	38	3819,57	51	0	0
CASTILLA Y LEON	632,7	40	3390,8	30	19670	12
CATALUÑA	974,96	68	4950,41	34	0	0
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	878,5	54	9672,4	78	460	6
EXTREMADURA	201	12	90	1	199,2	9
GALICIA	206,9	14	91,9	3	23000	4
LA RIOJA	65	4	75	1	0	0
MADRID	296,9	26	2339	14	0	0
MURCIA	454,7	24	12482,85	54	4800	1
NAVARRA	387,5	24	1125	12	680	1
PAIS VASCO	219,16	17	2582,4	13	0	0
<b>Total</b>	<b>6547,86</b>	<b>421</b>	<b>61433,44</b>	<b>441</b>	<b>52609,2</b>	<b>57</b>

Tabla 8. Información fotovoltaica para la cuarta convocatoria de 2010 por comunidades autónomas y tipo de instalación. [Fuente: ASIF]

Tipo 1.1	Q1		Q2		Q3	
	kW	Nº Inst.	kW	Nº Inst.	kW	Nº Inst.
ANDALUCIA	947,4	55	766,65	56	872,05	47
ARAGON	200,6	13	259,16	18	644,2	35
ASTURIAS	25	2	0	0	20	1
BALEARES	20	1	36,75	4	25,5	2
CANARIAS	304,37	21	168,95	12	175	14
CANTABRIA	33,8	8	34,2	8	13,6	3
CASTILLA LA MANCHA	780,11	51	708,8	44	571,05	36
CASTILLA Y LEON	390,08	27	367,2	25	455,44	44
CATALUÑA	903,81	65	1333,18	75	1127,48	72
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	1067,95	79	397,35	29	906,5	56
EXTREMADURA	180	10	173,61	18	220	14
GALICIA	112,4	12	184,9	12	188,8	14
LA RIOJA	69,65	4	115	6	70	5
MADRID	440,2	38	275,4	48	209,3	18
MURCIA	204,3	15	367	25	563,95	36
NAVARRA	105,24	11	205,9	12	341,4	14
PAIS VASCO	231,3	18	367,5	19	277,5	18
<b>Total</b>	<b>6016,21</b>	<b>430</b>	<b>5761,55</b>	<b>411</b>	<b>6681,77</b>	<b>429</b>

Tabla 9. Información fotovoltaica para la primera, segunda y tercera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 1.1. [Fuente: ASIF]

Tipo 1.1	Q4		Suma (kW)	Suma (Nº Inst.)
	kW	Nº Inst.		
ANDALUCIA	852,46	50	3438,56	208
ARAGON	524,58	30	1628,54	96
ASTURIAS	10	1	55	4
BALEARES	98	5	180,25	12
CANARIAS	135,1	13	783,42	60
CANTABRIA	5	1	86,6	20
CASTILLA LA MANCHA	605,4	38	2665,36	169
CASTILLA Y LEON	632,7	40	1845,42	136
CATALUÑA	974,96	68	4339,43	280
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	878,5	54	3250,3	218
EXTREMADURA	201	12	774,61	54
GALICIA	206,9	14	693	52
LA RIOJA	65	4	319,65	19
MADRID	296,9	26	1221,8	130
MURCIA	454,7	24	1589,95	100
NAVARRA	387,5	24	1040,04	61
PAIS VASCO	219,16	17	1095,46	72
<b>Total</b>	<b>6547,86</b>	<b>421</b>	<b>25007,39</b>	<b>1691</b>

Tabla 10. Información fotovoltaica para la cuarta convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 1.1 y totales de 2010. [Fuente: ASIF]

Potencia Asignada (Instalaciones Tipo 1.1) (kW)				
	Q1	Q2	Q3	Q4
CATALUÑA	903,81	1333,18	1127,48	974,96
ANDALUCIA	947,4	766,65	872,05	852,46
COMUNIDAD VALENCIANA	1067,95	397,35	906,5	878,5
CASTILLA LA MANCHA	780,11	708,8	571,05	605,4
CASTILLA Y LEON	390,08	367,2	455,44	632,7
ARAGON	200,6	259,16	644,2	524,58
MURCIA	204,3	367	563,95	454,7
MADRID	440,2	275,4	209,3	296,9
PAIS VASCO	231,3	367,5	277,5	219,16
NAVARRA	105,24	205,9	341,4	387,5
CANARIAS	304,37	168,95	175	135,1
EXTREMADURA	180	173,61	220	201
GALICIA	112,4	184,9	188,8	206,9
LA RIOJA	69,65	115	70	65
BALEARES	20	36,75	25,5	98
CANTABRIA	33,8	34,2	13,6	5
ASTURIAS	25	0	20	10
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0
Total parcial	6016,21	5761,55	6681,77	6547,86
Total	25007,39			

Tabla 11. Totales de potencia asignada para instalaciones tipo 1.1 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF]

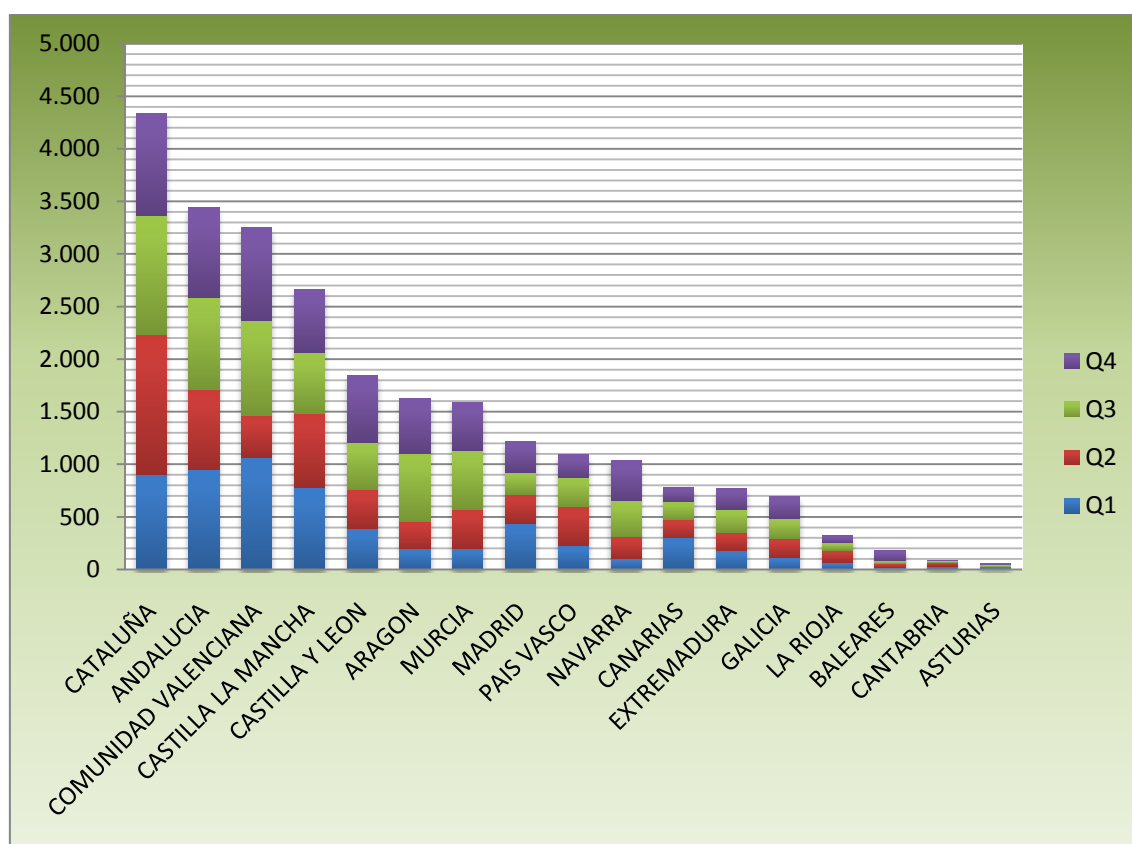


Figura 8. Potencia asignada (kW) para el año 2010 en instalaciones tipo 1.1 por comunidades autónomas.

Número De Instalaciones (Tipo 1.1)				
	Q1	Q2	Q3	Q4
CATALUÑA	65	75	72	68
COMUNIDAD VALENCIANA	79	29	56	54
ANDALUCIA	55	56	47	50
CASTILLA LA MANCHA	51	44	36	38
CASTILLA Y LEON	27	25	44	40
MADRID	38	48	18	26
MURCIA	15	25	36	24
ARAGON	13	18	35	30
PAIS VASCO	18	19	18	17
NAVARRA	11	12	14	24
CANARIAS	21	12	14	13
EXTREMADURA	10	18	14	12
GALICIA	12	12	14	14
CANTABRIA	8	8	3	1
LA RIOJA	4	6	5	4
BALEARES	1	4	2	5
ASTURIAS	2	0	1	1
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0
Total parcial	430	411	429	421
Total	1691			

Tabla 12. Totales de número de instalaciones tipo 1.1 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF]

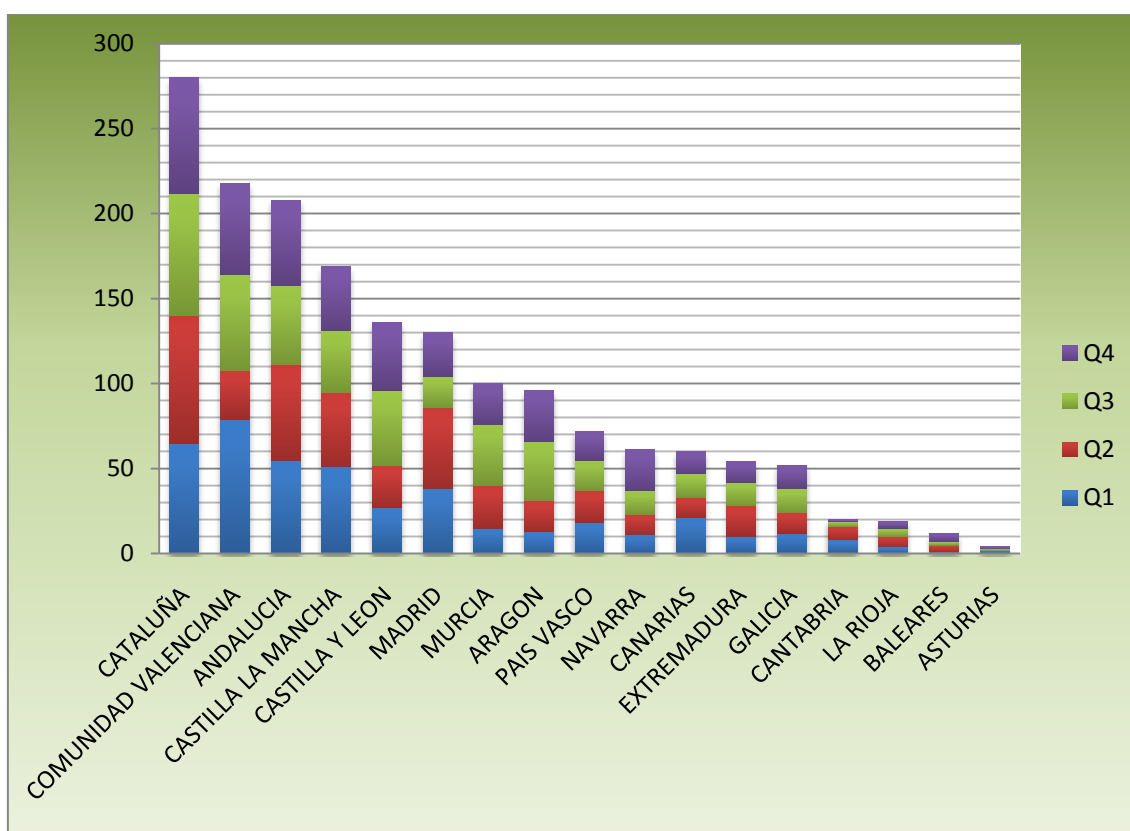


Figura 9. Número de instalaciones tipo 1.1 para el año 2010 por comunidades autónomas.





Tipo 1.2	Q1		Q2		Q3	
	kW	Nº Inst.	kW	Nº Inst.	kW	Nº Inst.
ANDALUCIA	10087,05	103	9944,28	43	6369,2	50
ARAGON	4780	19	564,95	10	529,5	9
ASTURIAS	0	0	0	0	0	0
BALEARES	346	5	637,8	9	450,25	6
CANARIAS	3060,93	48	4227,85	42	3317,1	36
CANTABRIA	0	0	540	1		
CASTILLA LA MANCHA	7591,55	54	3780,15	36	3882	28
CASTILLA Y LEON	1759,6	29	4773,3	39	1900,8	27
CATALUÑA	11892,8	51	9055	31	11514,89	34
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	9361,65	85	13990,5	79	15544,5	70
EXTREMADURA	330	5	53,24	1	616,05	6
GALICIA	61,7	2	530,9	3	0	0
LA RIOJA	400	4	300	3	240	4
MADRID	2731,85	15	3562	10	4264,1	9
MURCIA	8063,8	35	8239,9	26	12566,95	31
NAVARRA	1363,9	16	1096	11	1734	22
PAIS VASCO	691	9	181,37	4	80	1
<b>Total</b>	<b>62521,83</b>	<b>480</b>	<b>61477,24</b>	<b>348</b>	<b>63009,34</b>	<b>333</b>

Tabla 13. Información fotovoltaica para la primera, segunda y tercera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 1.2. [Fuente: ASIF]

Tipo 1.2	Q4		Suma (kW)	Suma (Nº Inst.)
	kW	Nº Inst.		
ANDALUCIA	10940,3	71	37340,83	267
ARAGON	2348	13	8222,45	51
ASTURIAS	0	0	0	0
BALEARES	624,45	8	2058,5	28
CANARIAS	6901,36	58	17507,24	184
CANTABRIA	0	0	540	1
CASTILLA LA MANCHA	3819,57	51	19073,27	169
CASTILLA Y LEON	3390,8	30	11824,5	125
CATALUÑA	4950,41	34	37413,1	150
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	9672,4	78	48569,05	312
EXTREMADURA	90	1	1089,29	13
GALICIA	91,9	3	684,5	8
LA RIOJA	75	1	1015	12
MADRID	2339	14	12896,95	48
MURCIA	12482,85	54	41353,5	146
NAVARRA	1125	12	5318,9	61
PAIS VASCO	2582,4	13	3534,77	27
<b>Total</b>	<b>61433,44</b>	<b>441</b>	<b>248441,85</b>	<b>1602</b>

Tabla 14. Información fotovoltaica para la cuarta convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 1.2 y totales de 2010. [Fuente: ASIF]



Potencia Asignada (Instalaciones Tipo 1.2) (kW)				
	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>COMUNIDAD VALENCIANA</b>	9361,65	13990,5	15544,5	9672,4
<b>MURCIA</b>	8063,8	8239,9	12566,95	12482,85
<b>CATALUÑA</b>	11892,8	9055	11514,89	4950,41
<b>ANDALUCIA</b>	10087,05	9944,28	6369,2	10940,3
<b>CASTILLA LA MANCHA</b>	7591,55	3780,15	3882	3819,57
<b>CANARIAS</b>	3060,93	4227,85	3317,1	6901,36
<b>MADRID</b>	2731,85	3562	4264,1	2339
<b>CASTILLA Y LEON</b>	1759,6	4773,3	1900,8	3390,8
<b>ARAGON</b>	4780	564,95	529,5	2348
<b>NAVARRA</b>	1363,9	1096	1734	1125
<b>PAIS VASCO</b>	691	181,37	80	2582,4
<b>BALEARES</b>	346	637,8	450,25	624,45
<b>EXTREMADURA</b>	330	53,24	616,05	90
<b>LA RIOJA</b>	400	300	240	75
<b>GALICIA</b>	61,7	530,9	0	91,9
<b>CANTABRIA</b>	0	540	0	0
<b>ASTURIAS</b>	0	0	0	0
<b>CEUTA Y MELILLA</b>	0	0	0	0
<b>Total parcial</b>	<b>62521,83</b>	<b>61477,24</b>	<b>63009,34</b>	<b>61433,44</b>
<b>Total</b>	<b>248441,85</b>			

Tabla 15. Totales de potencia asignada para instalaciones tipo 1.2 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF]

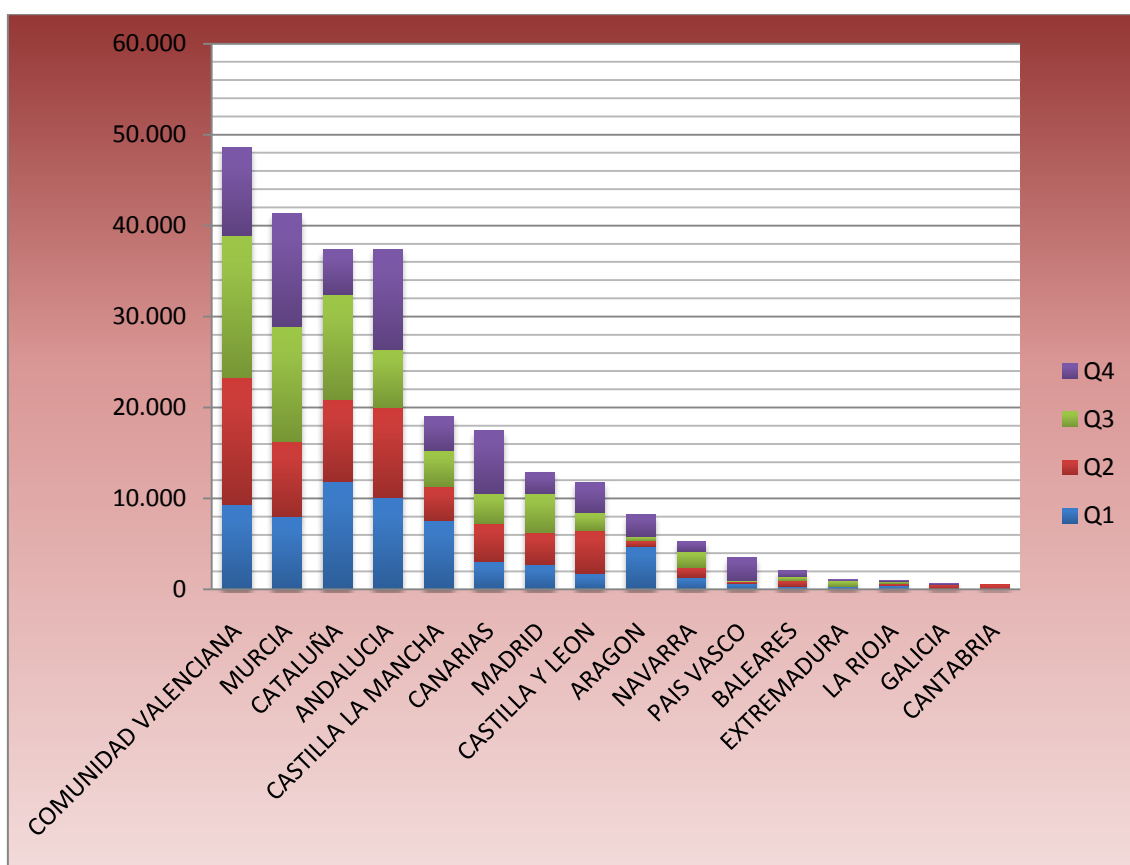


Figura 10. Potencia asignada (kW) para el año 2010 en instalaciones tipo 1.2 por comunidades autónomas.

Número De Instalaciones (Tipo 1.2)				
	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>COMUNIDAD VALENCIANA</b>	85	79	70	78
<b>ANDALUCIA</b>	103	43	50	71
<b>CANARIAS</b>	48	42	36	58
<b>CASTILLA LA MANCHA</b>	54	36	28	51
<b>CATALUÑA</b>	51	31	34	34
<b>MURCIA</b>	35	26	31	54
<b>CASTILLA Y LEON</b>	29	39	27	30
<b>NAVARRA</b>	16	11	22	12
<b>ARAGON</b>	19	10	9	13
<b>MADRID</b>	15	10	9	14
<b>BALEARES</b>	5	9	6	8
<b>PAIS VASCO</b>	9	4	1	13
<b>EXTREMADURA</b>	5	1	6	1
<b>LA RIOJA</b>	4	3	4	1
<b>GALICIA</b>	2	3	0	3
<b>CANTABRIA</b>	0	1	0	0
<b>ASTURIAS</b>	0	0	0	0
<b>CEUTA Y MELILLA</b>	0	0	0	0
<b>Total parcial</b>	<b>480</b>	<b>348</b>	<b>333</b>	<b>441</b>
<b>Total</b>	<b>1602</b>			

Tabla 16. Totales de número de instalaciones tipo 1.2 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF]

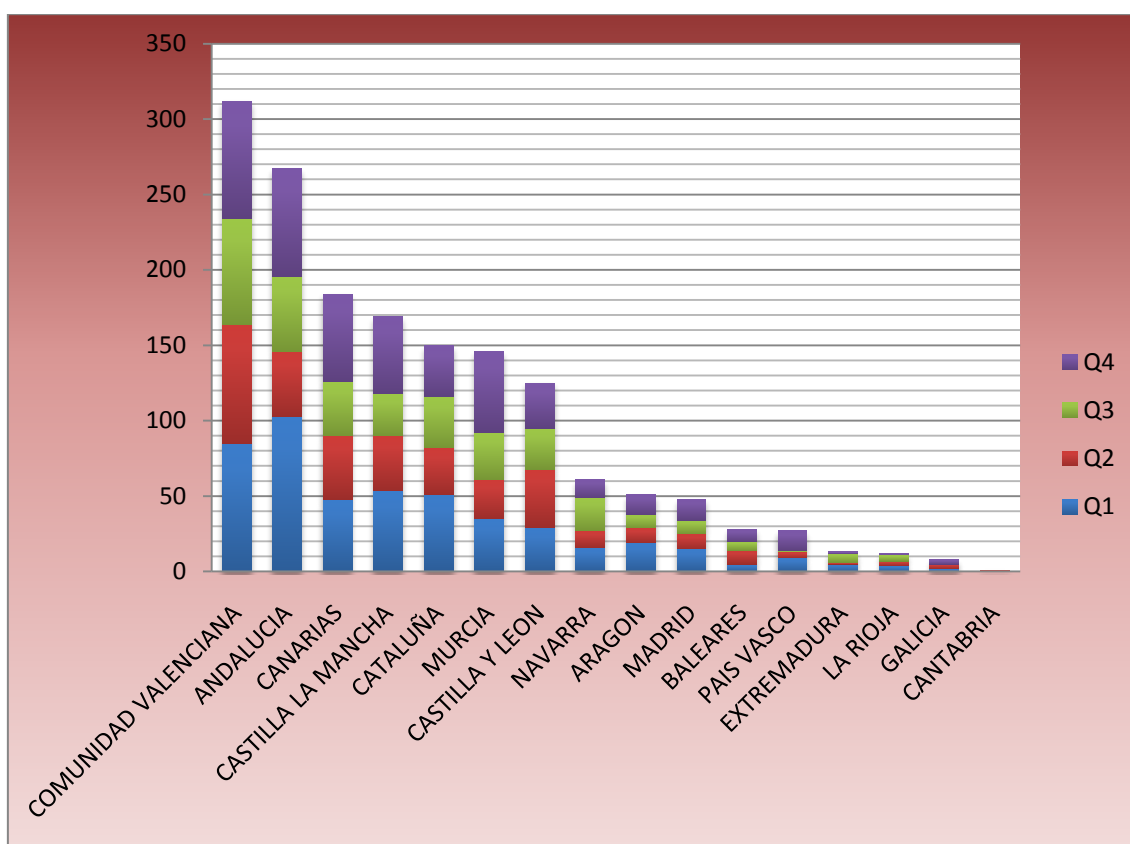


Figura 11. Número de instalaciones tipo 1.2 para el año 2010 por comunidades autónomas.



Tipo 2	Q1		Q2		Q3	
	kW	Nº Inst.	kW	Nº Inst.	kW	Nº Inst.
ANDALUCIA	5430	19	12800	52	7755	18
ARAGON	200	2	0	0	0	0
ASTURIAS	0	0	0	0	444	3
BALEARES	0	0	0	0	0	0
CANARIAS	0	0	1600	7	0	0
CANTABRIA	0	0	0	0	0	0
CASTILLA LA MANCHA	0	0	3000	1	4000	2
CASTILLA Y LEON	3544,75	13	14199	14	8348	31
CATALUÑA	1479,6	7	1500	1	1400	5
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	200	2	0	0	899,2	10
EXTREMADURA	25340	4	8633	3	22500	3
GALICIA	0	0	0	0	0	0
LA RIOJA	4000	1	0	0	0	0
MADRID	0	0	0	0	0	0
MURCIA	3299,9	18	10652	10	6768	4
NAVARRA	7400	4	0	0	0	0
PAIS VASCO	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>50894,25</b>	<b>70</b>	<b>52384</b>	<b>88</b>	<b>52114,2</b>	<b>76</b>

Tabla 17. Información fotovoltaica para la primera, segunda y tercera convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 2. [Fuente: ASIF]

Tipo 2	Q4		Suma (kW)	Suma (Nº Inst.)
	kW	Nº Inst.		
ANDALUCIA	1700	17	27685	106
ARAGON	100	1	300	3
ASTURIAS	0	0	444	3
BALEARES	1500	1	1500	1
CANARIAS	500	5	2100	12
CANTABRIA	0	0	0	0
CASTILLA LA MANCHA	0	0	7000	3
CASTILLA Y LEON	19670	12	45761,75	70
CATALUÑA	0	0	4379,6	13
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0
COMUNIDAD VALENCIANA	460	6	1559,2	18
EXTREMADURA	199,2	9	56672,2	19
GALICIA	23000	4	23000	4
LA RIOJA	0	0	4000	1
MADRID	0	0	0	0
MURCIA	4800	1	25519,9	33
NAVARRA	680	1	8080	5
PAIS VASCO	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>52609,2</b>	<b>57</b>	<b>208001,65</b>	<b>291</b>

Tabla 18. Información fotovoltaica para la cuarta convocatoria de 2010 por comunidades autónomas para las instalaciones tipo 2 y totales de 2010. [Fuente: ASIF]

Potencia Asignada (Instalaciones Tipo 2) (kW)				
	Q1	Q2	Q3	Q4
EXTREMADURA	25340	8633	22500	199,2
CASTILLA Y LEON	3544,75	14199	8348	19670
ANDALUCIA	5430	12800	7755	1700
MURCIA	3299,9	10652	6768	4800
GALICIA	0	0	0	23000
NAVARRA	7400	0	0	680
CASTILLA LA MANCHA	0	3000	4000	0
CATALUÑA	1479,6	1500	1400	0
LA RIOJA	4000	0	0	0
CANARIAS	0	1600	0	500
COMUNIDAD VALENCIANA	200	0	899,2	460
BALEARES	0	0	0	1500
ASTURIAS	0	0	444	0
ARAGON	200	0	0	100
CANTABRIA	0	0	0	0
MADRID	0	0	0	0
PAIS VASCO	0	0	0	0
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0
Total parcial	50894,25	52384	52114,2	52609,2
Total	208001,65			

Tabla 19. Totales de potencia asignada para instalaciones tipo 2 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF]

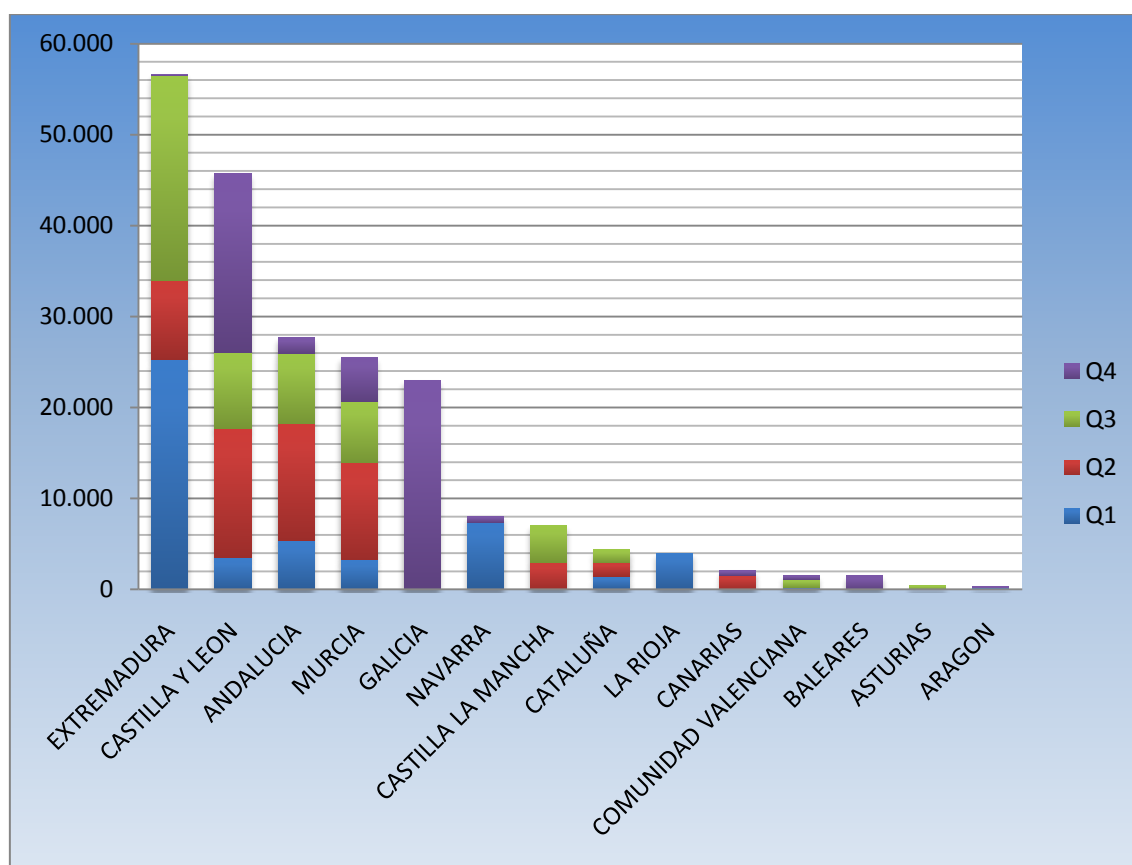


Figura 12. Potencia asignada (kW) para el año 2010 en instalaciones tipo 2 por comunidades autónomas.

Número De Instalaciones (Tipo 2)				
	Q1	Q2	Q3	Q4
ANDALUCIA	19	52	18	17
CASTILLA Y LEON	13	14	31	12
MURCIA	18	10	4	1
EXTREMADURA	4	3	3	9
COMUNIDAD VALENCIANA	2	0	10	6
CATALUÑA	7	1	5	0
CANARIAS	0	7	0	5
NAVARRA	4	0	0	1
GALICIA	0	0	0	4
ARAGON	2	0	0	1
ASTURIAS	0	0	3	0
CASTILLA LA MANCHA	0	1	2	0
BALEARES	0	0	0	1
LA RIOJA	1	0	0	0
CANTABRIA	0	0	0	0
CEUTA Y MELILLA	0	0	0	0
MADRID	0	0	0	0
PAIS VASCO	0	0	0	0
Total parcial	70	88	76	57
Total	291			

Tabla 20. Totales de número de instalaciones tipo 2 para el año 2010 por comunidades autónomas y convocatorias. [Fuente: ASIF]

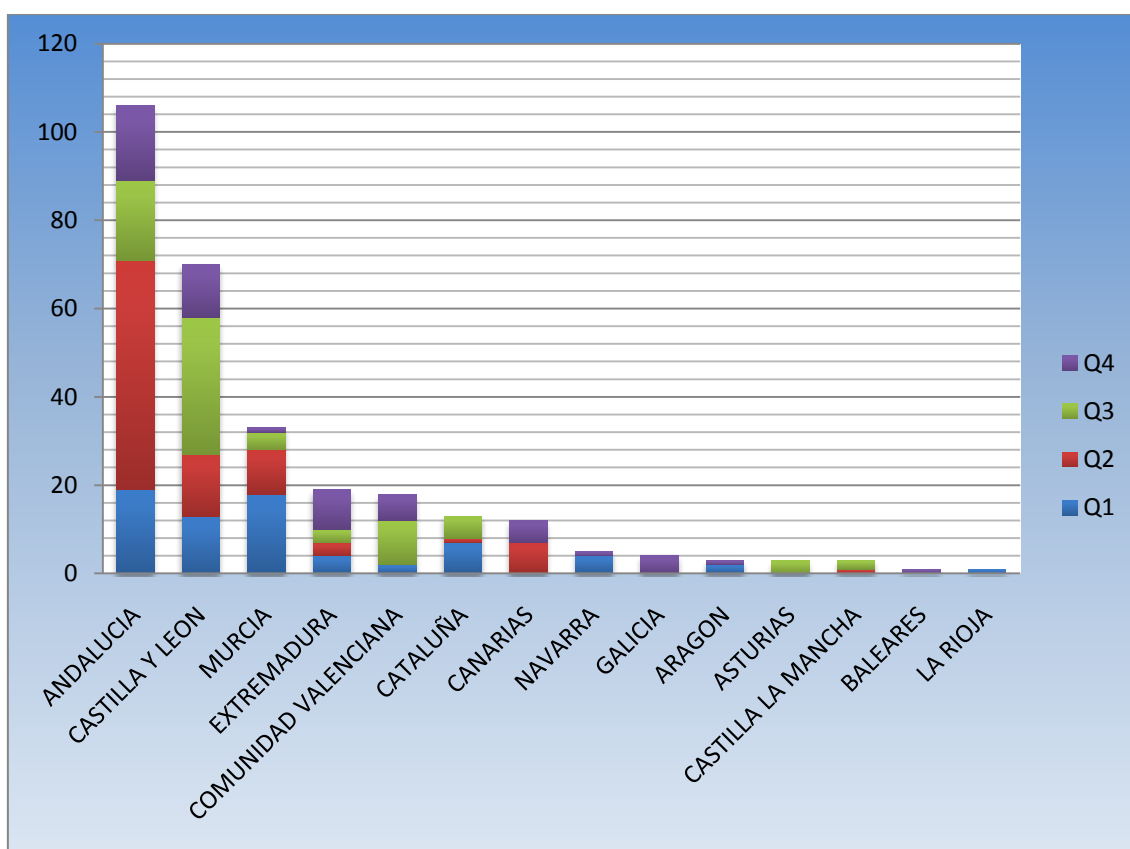


Figura 13. Número de instalaciones tipo 2 para el año 2010 por comunidades autónomas.

A continuación, en la tabla 17, se muestran los datos totales de potencia fotovoltaica instalada en 2010 por comunidades autónomas y tipo de instalación.

	Instalación Tipo 1.1	Instalación Tipo 1.2	Instalación Tipo 2
<b>ANDALUCIA</b>	3438,56	37340,83	27685
<b>MURCIA</b>	1589,95	41353,5	25519,9
<b>CASTILLA Y LEON</b>	1845,42	11824,5	45761,75
<b>EXTREMADURA</b>	774,61	1089,29	56672,2
<b>COMUNIDAD VALENCIANA</b>	3250,3	48569,05	1559,2
<b>CATALUÑA</b>	4339,43	37413,1	4379,6
<b>CASTILLA LA MANCHA</b>	2665,36	19073,27	7000
<b>GALICIA</b>	693	684,5	23000
<b>CANARIAS</b>	783,42	17507,24	2100
<b>NAVARRA</b>	1040,04	5318,9	8080
<b>MADRID</b>	1221,8	12896,95	0
<b>ARAGON</b>	1628,54	8222,45	300
<b>LA RIOJA</b>	319,65	1015	4000
<b>PAIS VASCO</b>	1095,46	3534,77	0
<b>BALEARES</b>	180,25	2058,5	1500
<b>CANTABRIA</b>	86,6	540	0
<b>ASTURIAS</b>	55	0	444
<b>CEUTA Y MELILLA</b>	0	0	0
<b>Total parcial</b>	<b>25007,39</b>	<b>248441,85</b>	<b>208001,65</b>
<b>Total</b>	<b>481450,89</b>		

Tabla 21. Potencia total inscrita en el RPR de 2010 en kW. [Fuente: ASIF]

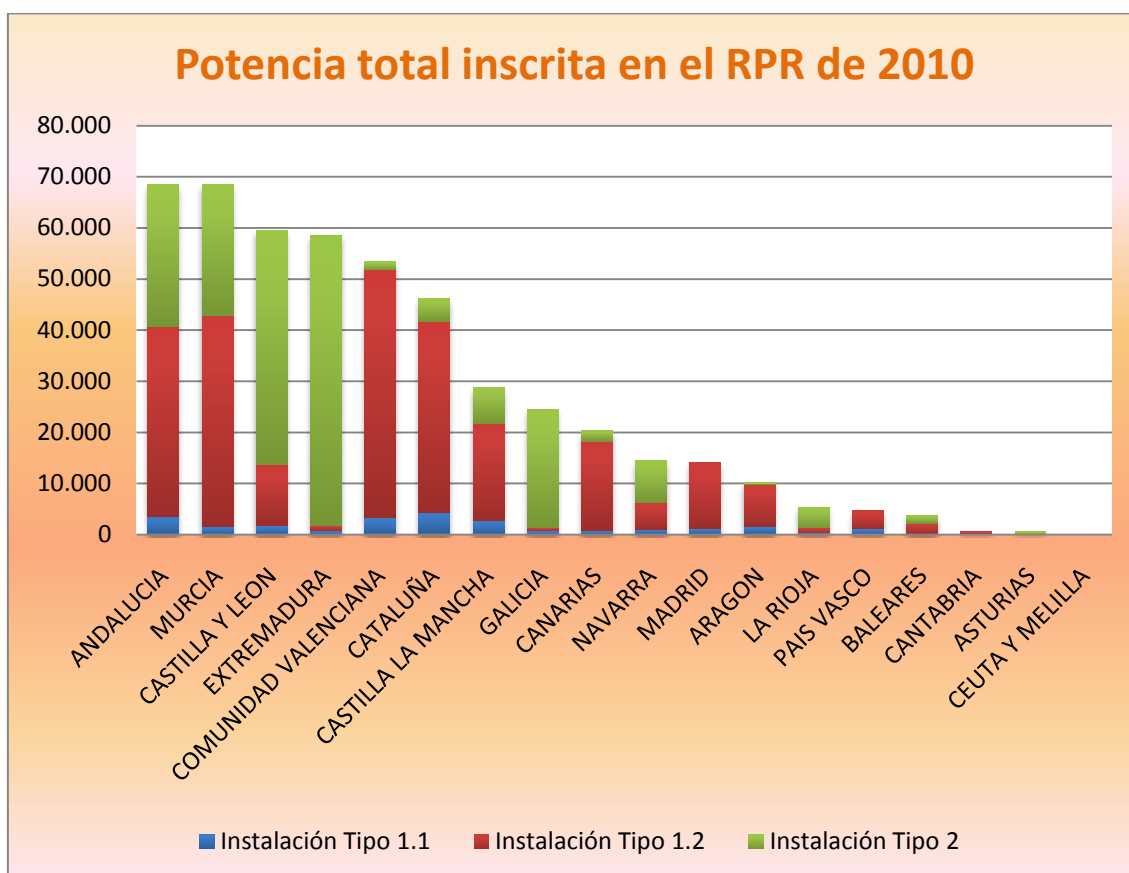


Figura 14. Potencia total inscrita en el RPR de 2010 en kW.

Como podemos observar en las tablas y gráficos presentados, la potencia instalada durante el año 2010 en España asciende hasta los 481,45 MW, muy superior a los 70 MW de 2009.

Andalucía y Murcia son las comunidades autónomas con mayor capacidad instalada durante el pasado año 2010, seguidas de cerca por Castilla León y Extremadura, que destacan en instalaciones de tipo 2. Cabe destacar además que tanto la Comunidad Valenciana como Cataluña están muy por encima del resto de comunidades en instalaciones de tipo 1.2., aunque Andalucía y Murcia también están a la altura.

Estas seis comunidades autónomas (Andalucía, Murcia, Castilla y León, Extremadura, Comunidad Valenciana y Cataluña) sostienen en el pasado año 2010 el mayor peso de la potencia total instalada en España (73,6%).

Cabe destacar la gran diferencia que existe en España en lo que se refiere al tipo de instalación, ya que sólo el 8,1% son de tipo 2, repartiendo el restante en un 47,2% para las instalaciones tipo 1.1 y un 44,7% para las instalaciones tipo 1.2. A pesar de ello, y debido a los cupos trimestrales establecidos por el Estado, únicamente el 5,2% de la potencia instalada pertenece a instalaciones de tipo 1.1, consecuencia también de que se trata de instalaciones de potencia reducida.

Para concluir este apartado, se presenta la Información Estadística sobre las Ventas de Energía del Régimen Especial para el año 2010, proporcionada por la Comisión Nacional de Energía, en lo que respecta a energía solar. Hay que tener en cuenta que los datos corresponden tanto a energía solar fotovoltaica como térmica, aunque la fotovoltaica sea mayoritaria.

SOLAR				
AÑO	MES	Energía Vendida (GWh)	Potencia Instalada (MW)	Nº Instalaciones
2010	Enero	276	3.736	52.294
	Febrero	316	3.771	52.505
	Marzo	504	3.803	52.662
	Abril	627	3.840	52.919
	Mayo	764	3.935	53.292
	Junio	742	4.080	53.529
	Julio	876	4.161	53.846
	Agosto	830	4.232	54.018
	Septiembre	721	4.238	54.129
	Octubre	610	4.246	54.241
	Noviembre	409	4.326	54.317
	Diciembre	343	4.338	54.416
Total 2010		7.020		

Tabla 22. Información Estadística sobre las Ventas de Energía Solar en España para el año 2010. [CNE]



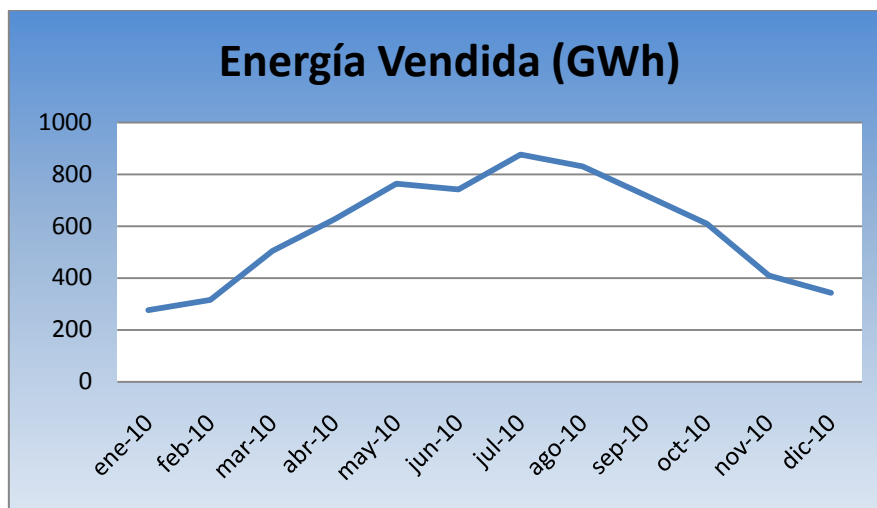


Figura 15. Evolución de energía vendida (GWh) durante el año 2010.

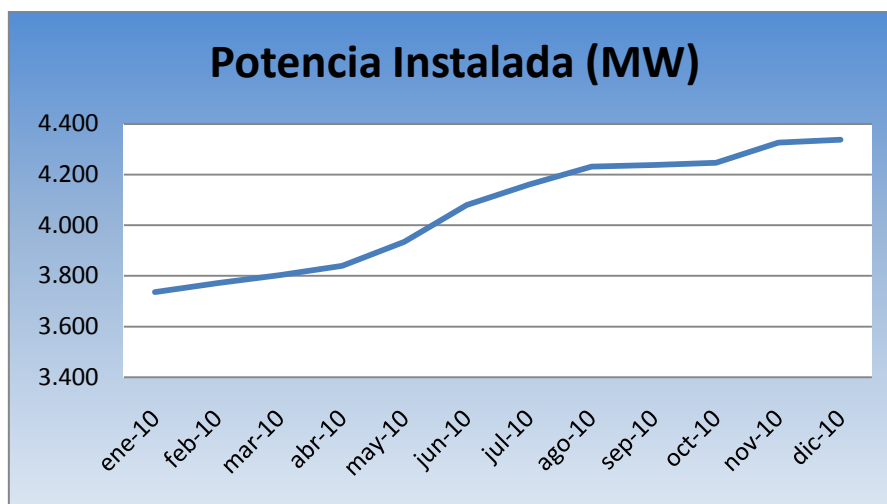


Figura 16. Evolución de potencia instalada acumulada (MW) durante el año 2010.



Figura 17. Evolución del número de instalaciones totales durante el año 2010.



Durante el año 2010, la energía solar ha continuado con la tendencia positiva de años anteriores tanto en potencia instalada como en número de instalaciones, superando las cifras de 2009, año que supuso un gran bache en el sector.

La evolución natural de la fotovoltaica en España prevé un aumento tanto de potencia instalada como de número de instalaciones, siendo 2008 el punto de inflexión de esta tecnología en el territorio nacional, donde se produjo una subida escandalosa. A pesar de ello y como se verá en los capítulos siguientes del presente documento, el principal obstáculo que va a encontrarse el sector fotovoltaico es la reducción de tarifas presentes en la normativa vigente.



## 4.2. Evolución de tarifas fotovoltaicas

Debido al crecimiento excesivo de la potencia fotovoltaica instalada durante el año 2008 y a la continuidad de las inversiones, en septiembre de ese año se publica el Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

El crecimiento de la potencia instalada experimentado por la tecnología solar fotovoltaica fue en 2008 muy superior al esperado. Según la información publicada por la Comisión Nacional de Energía (CNE) en relación al cumplimiento de los objetivos de las instalaciones del régimen especial, se superó el 85% del objetivo de potencia instalada fotovoltaica para 2010 y en el mes de mayo de 2008 se alcanzaron los 1.000 MW de potencia instalada.

Esta rápida evolución ha comportado numerosas inversiones industriales relacionadas con la tecnología solar fotovoltaica, desde la fabricación de polisilicio, obleas y módulos hasta los seguidores o los inversores, de manera que actualmente en España se pueden producir todos los elementos de la cadena que interviene en una instalación solar fotovoltaica. Se hace necesario dar continuidad y expectativas a estas inversiones, como también definir una pauta progresiva de implantación de este tipo de tecnología, que además puede contribuir al cumplimiento de los objetivos del Plan de Energías Renovables 2005-2010 y de los que fije el nuevo Plan de Energías Renovables 2011-2020, a partir de los objetivos asignados a España en la nueva Directiva de Energías Renovables. Por ello se consideró oportuno elevar el objetivo de 371 MW de potencia instalada conectada a la red.

A tal fin, se propone en este Real Decreto 1578/2008 un objetivo anual de potencia que evolucionará al alza de manera coordinada con las mejoras tecnológicas, en lugar de utilizar la potencia total acumulada para fijar los límites del mercado de esta tecnología.

Así como una retribución insuficiente haría inviables las inversiones, una retribución excesiva podría repercutir de manera significativa en los costes del sistema eléctrico y desincentivaría la apuesta por la investigación y el desarrollo, disminuyendo las excelentes perspectivas a medio y largo plazo para esta tecnología. De ahí que se considere necesaria la racionalización de la retribución y, por ello, el real decreto que se aprueba modifica el régimen económico a la baja, siguiendo la evolución esperada de la tecnología, con una perspectiva a largo plazo. El nuevo régimen económico también pretende reconocer las ventajas que ofrecen las instalaciones integradas en edificios, ya sea en fachadas o sobre cubiertas, por sus ventajas como generación distribuida, porque no aumentan la ocupación de territorio y por su contribución a la difusión social de las energías renovables.

Para garantizar un mercado mínimo para el desarrollo del sector fotovoltaico y, al mismo tiempo, asegurar la continuidad del sistema de apoyo, se establece un

mecanismo de asignación de retribución mediante la inscripción en un registro de asignación de retribución, en un momento incipiente del desarrollo del proyecto, que de la necesaria seguridad jurídica a los promotores respecto de la retribución que obtendrá la instalación una vez puesta en funcionamiento.

Asimismo, se establece una nueva definición de potencia. Con los llamados cupos de potencia se pretende conseguir mayor precisión en el procedimiento de cómputo de la potencia de cada instalación fotovoltaica, a efectos de la aplicación de la retribución correspondiente. Se pretende racionalizar la implantación de grandes instalaciones en suelo pertenecientes a una multiplicidad de titulares, de tal forma que se evite la parcelación de una única instalación en varias de menor tamaño, con el objetivo de obtener un marco retributivo más favorable.

En relación con esto, se define cupo de potencia como el límite trimestral de megavatios de potencia fotovoltaica instalada establecido por el Estado durante ese trimestre. Así mismo, se define prima como la retribución percibida por el inversor por kWh producido.

Desde 2009, se establecen 4 convocatorias trimestrales, con unos cupos de potencia anuales de unos 500 MW y con una duración de la tarifa establecida para los primeros 25 años desde la inscripción en el registro o la puesta en marcha de la instalación. A continuación se presentan los datos de cupos y primas trimestrales para las distintas convocatorias de los años 2009 y 2010, según el tipo de instalación de conexión a red:

Convocatoria Trimestral	Cupo (MW)			Prima (€/kWh)		
	Tipo 1.1	Tipo 1.2	Tipo 2	Tipo 1.1	Tipo 1.2	Tipo 2
<b>4ª/10</b>	6,537	60,401	52,288	0,321967	0,286844	0,2586020
<b>3ª/10</b>	6,675	61,640	52,105	0,330597	0,295200	0,2655090
<b>2ª/10</b>	6,653	61,439	51,339	0,334652	0,303099	0,2731780
<b>1ª/10</b>	6,016	62,522	50,894	0,34	0,311665	0,2810450
<b>4ª/09</b>	6,675	60,075	85,615	0,34	0,32	0,2908570
<b>3ª/09</b>	6,675	60,075	89,512	0,34	0,32	0,2991125
<b>2ª/09</b>	6,675	60,075	94,552	0,34	0,32	0,3071893
<b>1ª/09</b>	6,675	60,075	90,552	0,34	0,32	0,3071893

Tabla 23. Cupos y primas para las distintas convocatorias de los años 2009 y 2010 para la energía solar fotovoltaica. [Fuente: <http://www.suelosolar.es>]

Este estudio de evolución se refiere a instalaciones que únicamente utilicen la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica (grupo de instalaciones que utilizan como energía primaria la energía solar). Atendiendo a la normativa vigente, se clasifican las instalaciones de la forma siguiente.

- a) **Tipo 1.** Instalaciones que estén ubicadas en cubiertas o fachadas de construcciones fijas, cerradas, hechas de materiales resistentes, dedicadas a

usos residencial, de servicios, comercial o industrial, incluidas las de carácter agropecuario, en todos los casos, cuando en su interior exista un punto de suministro de potencia contratada por al menos un 25 por ciento de la potencia nominal de la instalación que se pretende ubicar durante los primeros veinticinco años a contar desde el primer día del mes siguiente al acta de puesta en marcha de la instalación de producción.

O bien, instalaciones que estén ubicadas sobre estructuras fijas de soporte que tengan por objeto un uso de cubierta de aparcamiento o de sombreadamiento, en ambos casos de áreas dedicadas a alguno de los usos anteriores, y se encuentren ubicadas en una parcela con referencia catastral urbana.

Se excluyen expresamente de este tipo I las instalaciones ubicadas sobre estructuras de invernaderos y cubiertas de balsas de riego, y similares.

Las instalaciones de este tipo se agrupan, a su vez, en dos subtipos:

**Tipo 1.1:** Instalaciones del tipo I, con una potencia inferior o igual a 20 kW.

**Tipo 1.2:** Instalaciones del tipo I, con una potencia superior a 20 kW.

b) **Tipo 2.** Instalaciones no incluidas en el tipo I anterior.

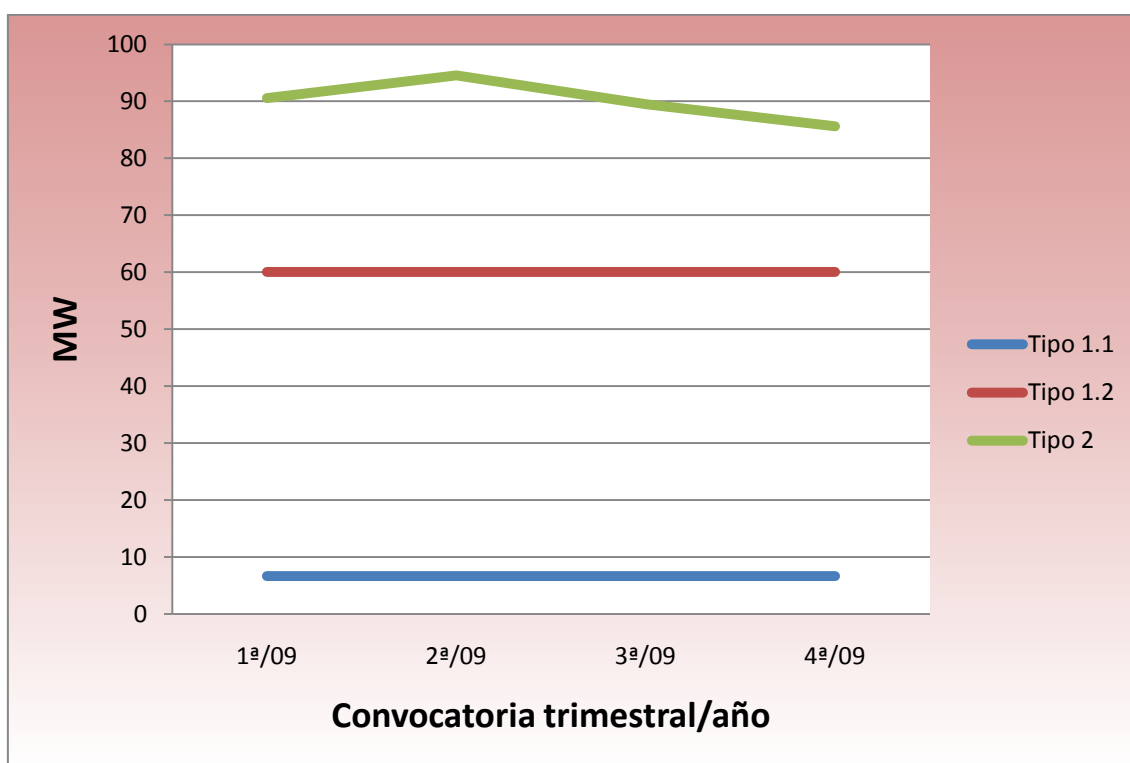


Figura 18. Evolución de cupos para el año 2009.

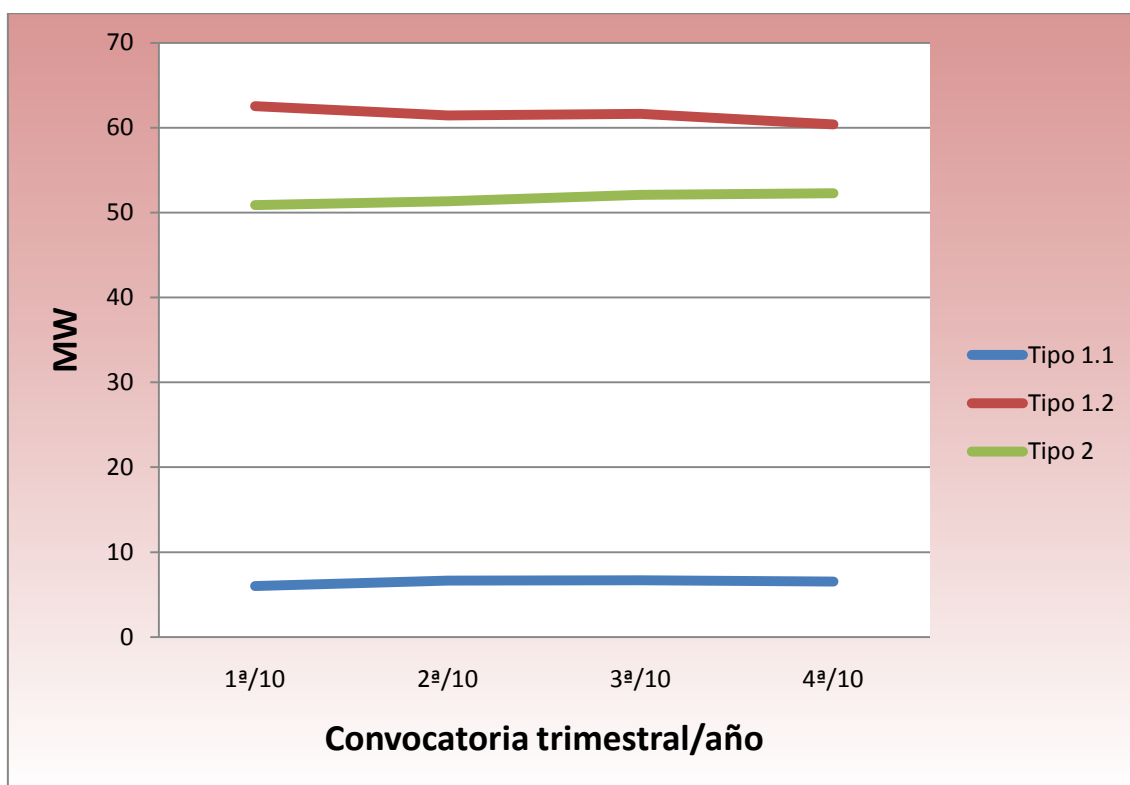


Figura 19. Evolución de cupos para el año 2010.

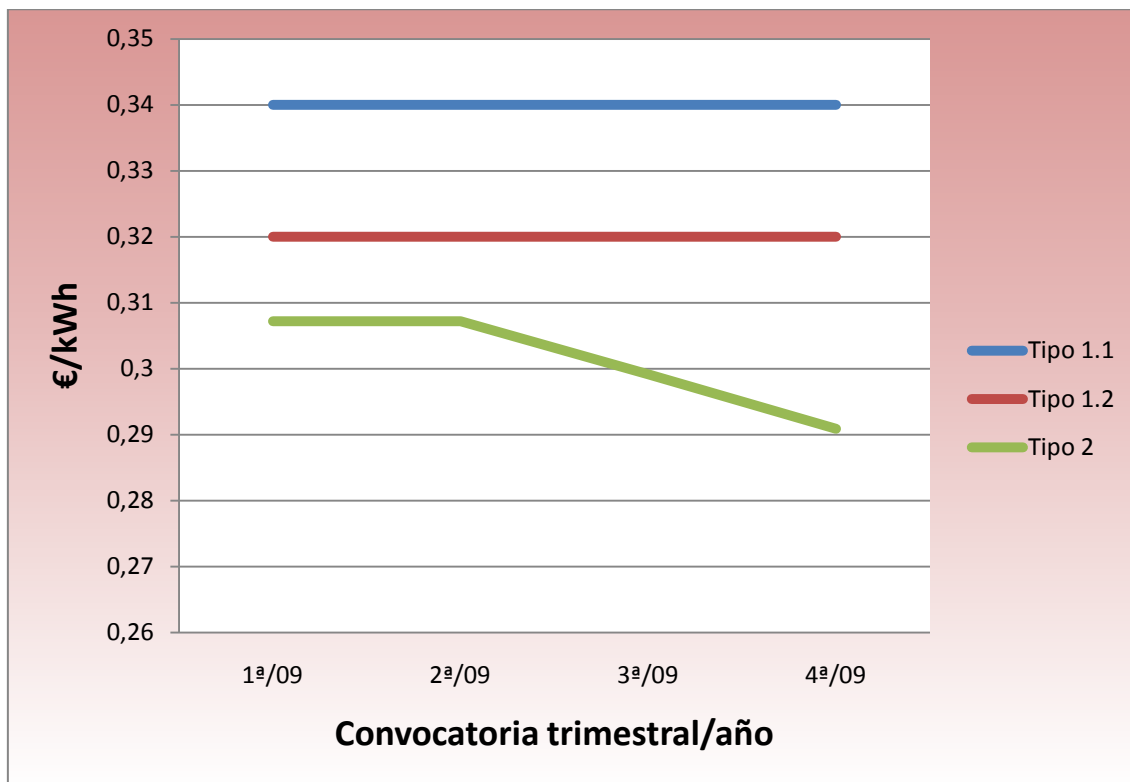


Figura 20. Evolución de primas para el año 2009.

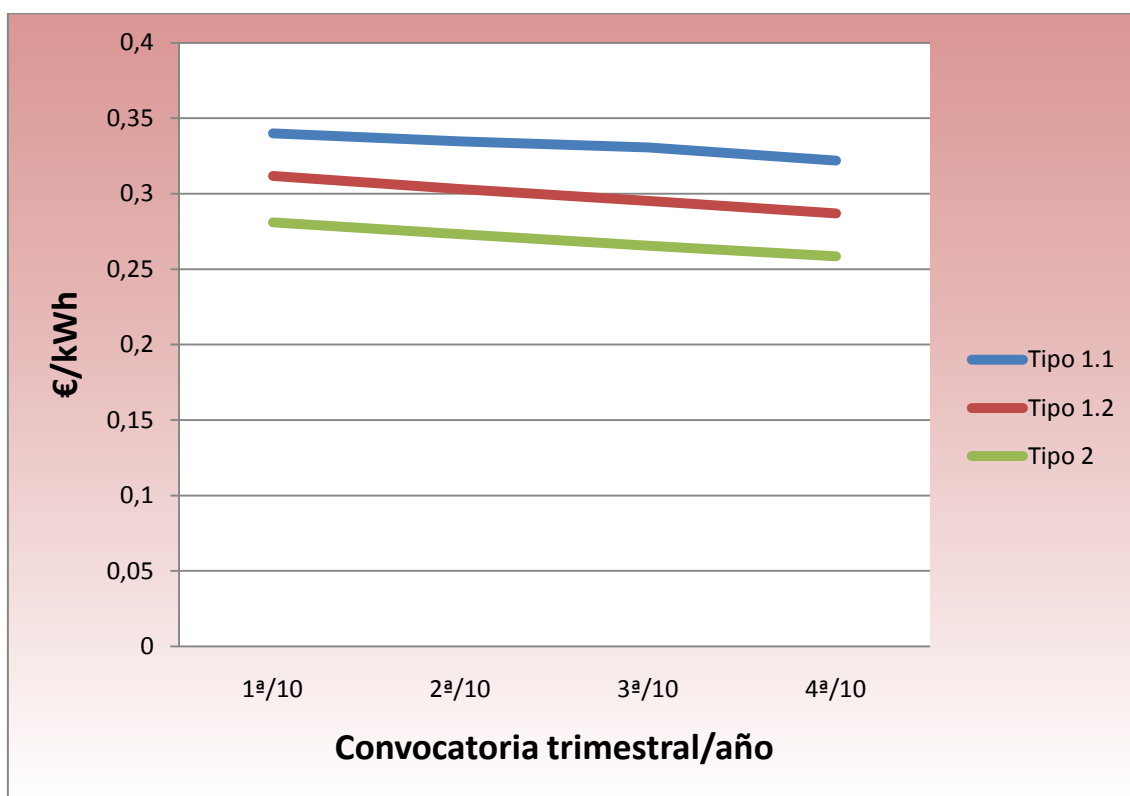


Figura 21. Evolución de primas para el año 2010.

Se puede observar que las primas del sector en el año 2010 tienen un balance final negativo, lo que perjudica gravemente la amortización de las inversiones en el sector. A los recortes ya sufridos en las instalaciones de tipo 2 durante 2009, se han unido nuevas reducciones durante 2010 para todas las instalaciones de manera progresiva. A junio de 2011, la reducción de primas es aún más acentuada. Pueden consultarse las tarifas actualizadas por convocatoria trimestral en el siguiente enlace:

**<http://www.suelosolar.es/tarifa.asp>**

El Real Decreto-Ley 14/2010 del déficit tarifario del sector eléctrico (resumido debidamente en el apartado 5.2 de este documento) supone a las plantas fotovoltaicas una caída del 30% en los ingresos. Más de la mitad de estas empresas buscan fórmulas de refinanciación o, directamente, se declaran en concurso. Un sector con 80.000 empresas, 60.000 de ellas pymes, que suponen cerca de 100.000 puestos de trabajo. Entre las grandes, compañías como Isofotón, Solaria, Siliken, Bergé Generación o Grupo T-Solar.

Esta medida impacta de manera importante en los ingresos de las plantas solares, sobre todo si se tiene en cuenta la forma en que se ha instrumentalizado la inversión. En general, hasta 2007, se ha realizado mediante la fórmula del "project finance", con un gran apalancamiento o endeudamiento financiero cuya devolución depende de que se cumplan los ingresos previstos en el plan de negocio. Se han invertido alrededor de 25.000 millones de euros, con un apalancamiento superior a los 20.000.



Los ingresos se preveían fijos, debido a la tarifa fotovoltaica, sin limitaciones anuales (cada planta podía vender todas las horas que fuese capaz de producir), ni caducidad de la inversión. Pero importantes limitaciones llegan después de un Decreto anterior, el 1565/2010, de 19 de noviembre (apartado 5.1 de este documento), que reduce el importe de la tarifa fotovoltaica y suprime con carácter retroactivo el derecho a la percepción de prima a los 25 años de vida útil.

Con una reducción de alrededor del 30% de los ingresos, la mayoría de los proyectos no podrán hacer frente al pago de las cuotas de amortización e intereses en el periodo 2011-2013, lo que va a provocar una masiva declaración de concursos. Esto se agrava por la necesidad de hacer las inversiones técnicas en 2011.

Todo ello, cuando las empresas no podrán acogerse a la reforma concursal, que salió del Consejo de Ministros el pasado 17 de diciembre, y que no entrará en vigor hasta septiembre, casi un año después de lo previsto.

Además, las empresas lamentan la inestabilidad regulatoria en la energía solar fotovoltaica, que desde 2008 ha experimentado cuatro cambios, lo que incide en la viabilidad de estas instalaciones y en la pérdida de credibilidad de un sector que sufre golpes importantes a las inversiones realizadas.

Los cerca de 20.000 millones de euros invertidos, entre 2007 y 2008, en estos proyectos fueron a cargo de bancos (españoles y extranjeros), inversores institucionales internacionales y particulares españoles.





### 4.3. Estudio de producción fotovoltaica

Un estudio realizado por Pere Guerra Serra para el Departamento de Estadística de la Universidad de Harvard (USA) pone a prueba la veracidad de la afirmación: "las favorables condiciones climatológicas (de 2010) han llevado a mayor producción eléctrica desde fuentes renovables" publicada en el Boletín Oficial del Estado (Disposiciones Generales Real Decreto-ley 14/2010 con fecha 23 de diciembre de 2010). El siguiente estudio pretende explorar la variación en la producción de energía fotovoltaica para todas las instalaciones acogidas al régimen retributivo del Real Decreto 661/2007 y Real Decreto 1578/2008 que se encuentran afectadas por el cambio del régimen impuesto por el Real Decreto-ley 14/2010.

Al no tratarse de un texto propio, las referencias del mismo aparecerán al final del apartado, y serán independientes de las que aparecen en el resto del proyecto.

#### **Introducción**

Las medidas retroactivas en el sector fotovoltaico, aprobadas el pasado 23 de diciembre por el Gobierno, tendrán un efecto socio-económico negativo para un colectivo superior a las 200.000 personas, según señalan la Asociación Empresarial Fotovoltaica (AEF), la Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF) y la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA).

La nueva regulación crearía una situación insostenible para 60.000 inversores pequeños y medianos y para otros grupos de inversión de mayor tamaño quienes apostaron por la energía fotovoltaica y que ahora verían peligrar sus inversiones tras confiar en el Boletín Oficial del Estado [1]. El Real Decreto-ley 14/2010 de 23 de diciembre de 2010 limita las horas operativas con derecho a recibir las tarifas previstas por el Real Decreto 661/2007 y por el Real Decreto 1578/2008, por lo que se produce una reducción de horas con derecho a prima que supone una merma del 30% de los ingresos del sector [2]. El preámbulo del mencionado Real Decreto-ley alega que durante 2010 "las favorables condiciones climatológicas han llevado a mayor producción eléctrica desde fuentes renovables", información que contrasta con datos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) [3].

Se realiza un estudio estadístico con datos de la producción de energía fotovoltaica de 88 instalaciones, distribuidas por todo el territorio Español.

#### **Materiales y métodos**

Para este análisis en particular se han obtenido datos del foro solarweb [4], que agrupa a la mayoría de productores de energía fotovoltaica afectados por el Real Decreto-ley 14/2010.

Se ha solicitado a 88 participantes rellenar un formulario con la localización (provincia) y tipo de instalación (fija/seguidor), su Potencia Pico (medida en kWp), su Potencia Nominal (medida en kWn) y su producción de horas referenciadas a potencia nominal



para los años 2009 y 2010. Asimismo, se han considerado un máximo de 6 instalaciones para cada provincia para intentar que la muestra sea representativa de todo el territorio español.

Para garantizar la normalidad de los datos y minimizar la variabilidad, se han separado las instalaciones fijas de las instalaciones con seguidores (1 eje y 2 ejes). Seguidamente, se ha realizado un análisis Matched Pairs t-test [5] utilizando el software Stata [6] tanto para instalaciones fijas como para instalaciones con ejes utilizando un nivel de significatividad  $\alpha < 0.05$ .

## Resultados

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
Year2009	41	1773.046	19.52812	125.041	1733.579	1812.514
Year2010	41	1702.448	20.0147	128.1566	1661.997	1742.899
diff	41	70.59854	8.500574	54.43023	53.41824	87.77884

mean(diff) = mean(Year2009 - Year2010) t = 8.3051  
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 40

Ha: mean(diff) < 0 Ha: mean(diff) != 0 Ha: mean(diff) > 0  
 Pr(T < t) = 1.0000 Pr(|T| > |t|) = 0.0000 Pr(T > t) = 0.0000

Tabla 24. Producción de instalaciones fotovoltaicas fijas (Años 2009 y 2010).

Se observa que la media de producción anual en horas de sol referenciadas a potencia nominal de 2009 es de 1773 horas, mientras que la producción anual en horas de sol referenciadas a potencia nominal de 2010 es solamente 1702 horas. Siendo  $Pr(T > t) < 0.0001$ , se observa que la probabilidad de que la producción del año 2010 sea superior a la del año 2009 en instalaciones fijas es inferior al 0.01% según los datos del estudio.

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
Year2009	47	2253.553	30.43518	208.6531	2192.29	2314.816
Year2010	47	2128.319	26.23298	179.8443	2075.515	2181.123
diff	47	125.234	8.360695	57.31803	108.4048	142.0632

mean(diff) = mean(Year2009 - Year2010) t = 14.9789  
 Ho: mean(diff) = 0 degrees of freedom = 46

Ha: mean(diff) < 0 Ha: mean(diff) != 0 Ha: mean(diff) > 0  
 Pr(T < t) = 1.0000 Pr(|T| > |t|) = 0.0000 Pr(T > t) = 0.0000

Tabla 25. Producción de instalaciones fotovoltaicas con seguidores (Años 2009 y 2010).



Se observa que la media de producción anual en horas de sol referenciadas a potencia nominal de 2009 es 2254 horas, mientras que la producción anual en horas de sol referenciadas a potencia nominal de 2010 es solamente 2128 horas. Siendo  $Pr(T>t)<0.0001$ , *se observa que la probabilidad que la producción del año 2010 sea superior a la del año 2009 en instalaciones con seguidores es inferior al 0.01% según los datos del estudio.*

## **Conclusiones**

Basándose en el modelo final, se observa que la producción anual de 2010 de las instalaciones fotovoltaicas en horas de sol referenciadas a potencia nominal ha disminuido respecto a la producción anual de 2009 tanto para instalaciones fijas como para instalaciones con seguidores, de acuerdo con los datos del estudio.

Este estudio preliminar proporciona elementos que podrían llegar a refutar, en lo concerniente a la producción fotovoltaica, la afirmación "las favorables condiciones climatológicas (de 2010) han llevado a mayor producción eléctrica desde fuentes renovables" publicada en el Boletín Oficial del Estado (Disposiciones Generales Real Decreto-ley 14/2010).

Es importante indicar las limitaciones del estudio, ya que, a pesar de que se ha insistido en que se proporcionen datos de forma objetiva, el estudio ha sido realizado por productores afectados por el Real Decreto-ley 14/2010 pudiendo existir una subjetividad que indujera a los participantes a proporcionar información poco fiable sobre la producción de sus instalaciones. A ese respecto, cabe mencionar que las horas de producción observadas en el estudio responden a las características técnicas de cada instalación y a la producción horaria que se les estima de acuerdo con los datos climatológicos de la Agencia Estatal de Meteorología y el último mapa de radiación solar de la Comisión Europea [7].

Los resultados de este estudio apuntan a que no ha habido una mayor producción fotovoltaica en el año 2010 con respecto al año 2009 y que, por consiguiente, el argumento esgrimido para reducir las primas a la fotovoltaica puede carecer de rigor. Se recomienda realizar un estudio posterior, con todos los datos de las instalaciones fotovoltaicas de España para verificar los resultados expuestos.

## **Referencias**

- [1] Nota de prensa APPA ,ASIF, AEF, 24 de enero de 2010.
- [2] [http://www.cinco dias.com/articulo/economia/CiU-PNV-piden-moderar-recortes-horasfotovoltaica/20110127cdscdseco\\_22/](http://www.cinco dias.com/articulo/economia/CiU-PNV-piden-moderar-recortes-horasfotovoltaica/20110127cdscdseco_22/)
- [3] <http://www.aemet.es/es/elclima/datosclimatologicos/resumenes?w=0>
- [4] <http://www.solarweb.net/forosolar/aspectos-economicos-legales-administrativos/>
- [5] <http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic198854.files/Lecture21.pdf>
- [6] Analysis Software: Stata/SE 10.0
- [7] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/cmaps/eur.htm>
- [8] Harvard University, Statistics 104 Regression Report:  
<<http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic668880.files/RegressionReportKirkBenson10910.pdf>>  
<<http://isites.harvard.edu/fs/docs/icb.topic668880.files/Regression%20ReportYaoLi11709.pdf>>

### Evaluación de la distribución de los datos

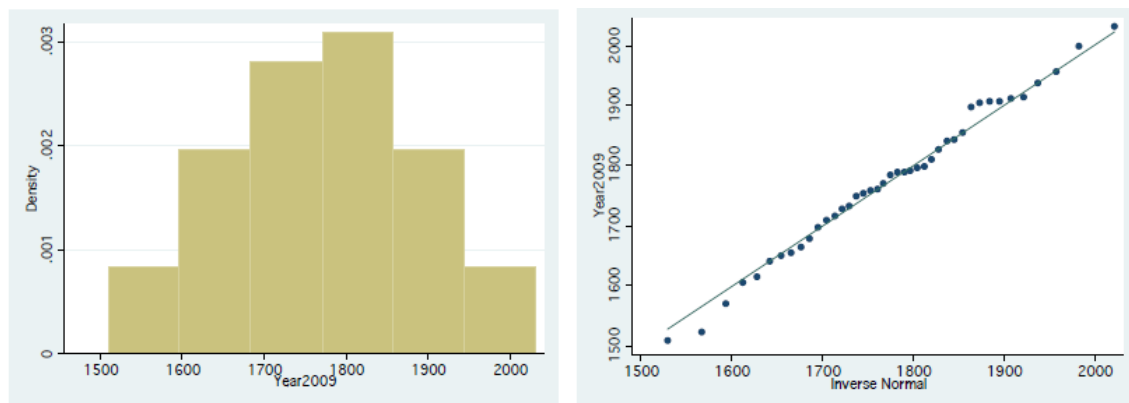


Figura 22. Producción anual 2009, Instalaciones fijas, número de horas referenciadas a potencia nominal (KWn).

Se observa una distribución normal en el histograma y el *normal probability plot* de la producción anual de 2009 para instalaciones fijas.

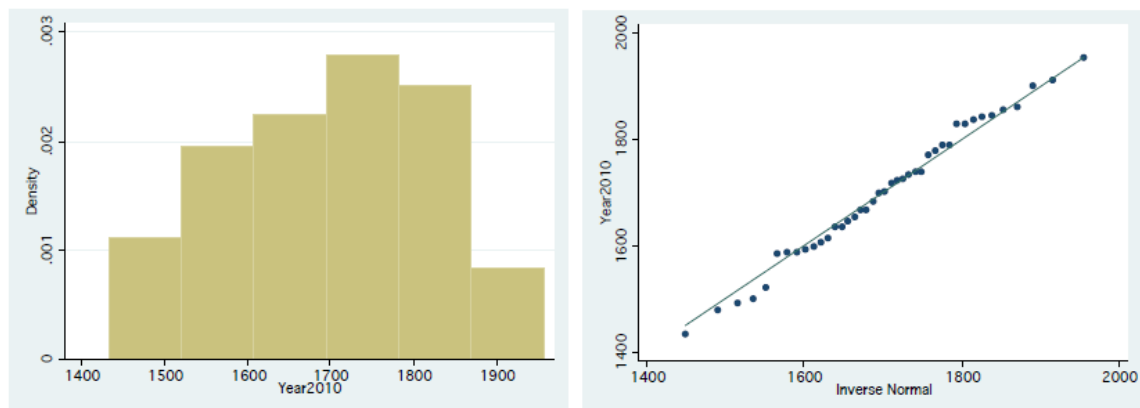


Figura 23. Producción anual 2010, Instalaciones fijas, número de horas referenciadas a potencia nominal (KWn).

Se observa una distribución normal en el histograma y el *normal probability plot* de la producción anual de 2010 para instalaciones fijas.

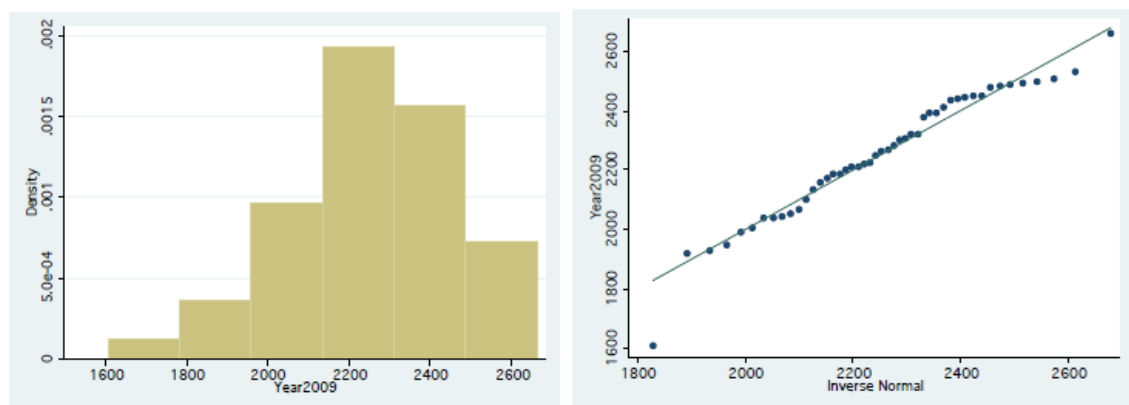


Figura 24. Producción anual 2009, Instalaciones con seguidores, número de horas referenciadas a potencia nominal (KWn).

Se observa una distribución normal con una ligera asimetría negativa en el histograma y el *normal probability plot* de la producción anual de 2009 para instalaciones con seguidores. Esta asimetría puede ser causada por haber agrupado instalaciones de 1 eje con instalaciones de 2 ejes y no se considera suficientemente fuerte como para alterar significativamente los resultados del estudio.

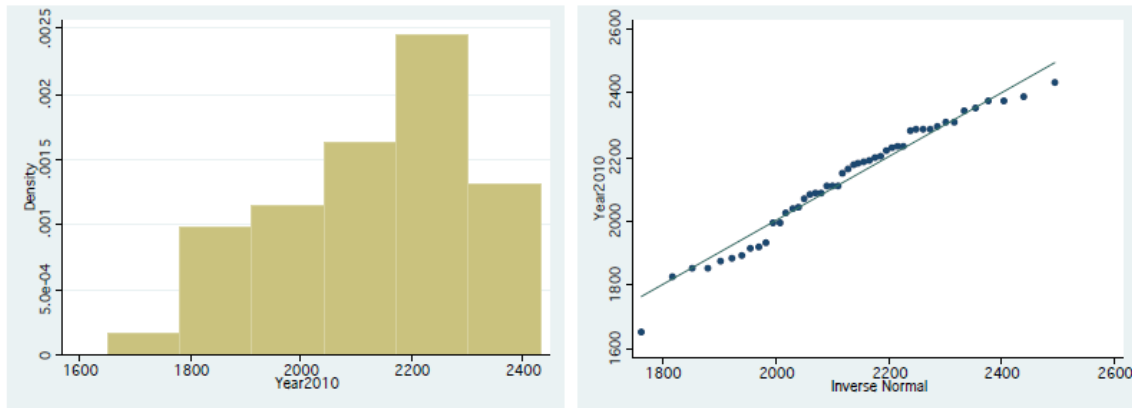


Figura 25. Producción anual 2010, Instalaciones con seguidores, número de horas referenciadas a potencia nominal (KWn).

Se observa una distribución normal con una ligera asimetría negativa en el histograma y el *normal probability plot* de la producción anual de 2010 para instalaciones con seguidores. Esta asimetría puede ser causada por haber agrupado instalaciones de 1 eje con instalaciones de 2 ejes y no se considera suficientemente fuerte como para alterar significativamente los resultados del estudio.

#### 4.4. Informe Climático (AEMET)

En lo que respecta al Sol, el año 2010 fue en su conjunto más soleado de lo normal en la mayor parte de la mitad norte peninsular y en la zona del sureste, mientras que en el resto de España la insolación quedó algo por debajo de su valor normal. Las diferencias de la insolación acumulada respecto a su valor medio se mantuvieron en todas las regiones por debajo del 25%.

Este informe está completamente en línea con los resultados del estudio presentado en el apartado anterior. Puede consultarse en su totalidad en el siguiente enlace:

[http://www.aemet.es/documentos/es/elclima/datos\\_climat/resumenes\\_climat/anales/res\\_anual\\_clim\\_2010.pdf](http://www.aemet.es/documentos/es/elclima/datos_climat/resumenes_climat/anales/res_anual_clim_2010.pdf)

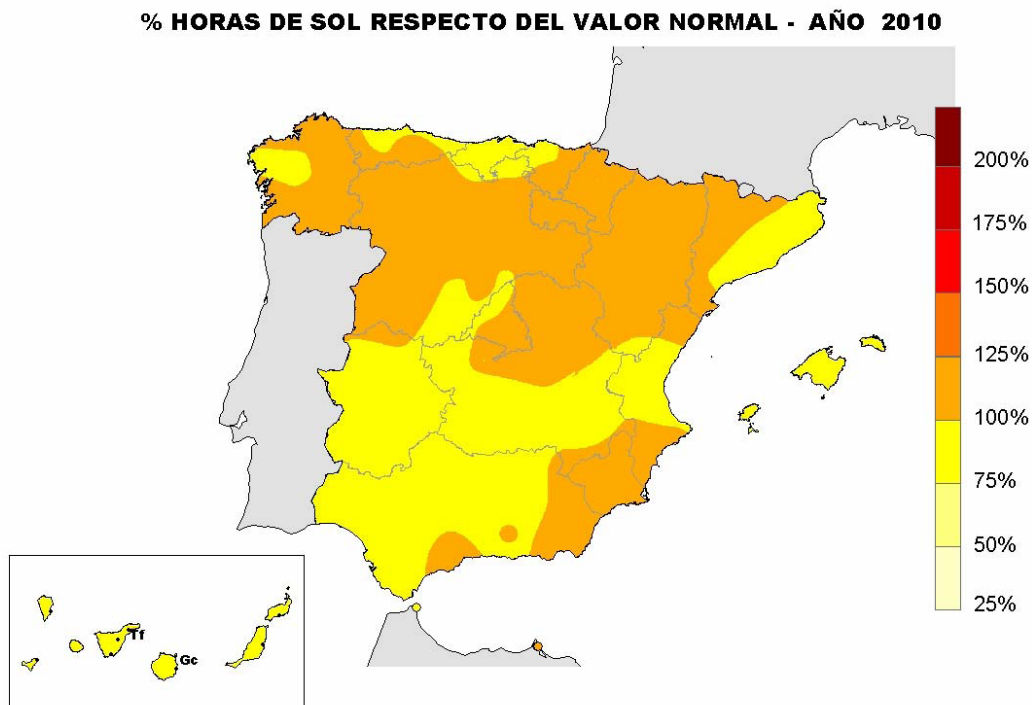


Figura 26. Porcentaje de horas de Sol respecto del valor normal (año 2010). [AEMET]

## Capítulo 5

# Regulación y normativa fotovoltaica

---

Los sistemas fotovoltaicos se atienen a las normativas de cada uno de los países. En España, en cuanto a la normativa general, destacan los siguientes documentos:

- Ley 54/1997, del sector eléctrico, de 27 de noviembre.
- Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010.
- Plan De Acción Nacional De Energías Renovables (PANER) 2011-2020.
- Real Decreto 842/2002, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo, Código Técnico de Edificación.

Con respecto a la normativa desde el punto de vista administrativo, pueden distinguirse los siguientes documentos:

- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración (en todo lo no previsto por el Real Decreto 1663/2000).
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen normas administrativas y técnicas para funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 KVA y centrales de autogeneración eléctrica.
- Orden ECO/797/2002, de 22 de marzo por el que se aprueba el procedimiento de medida y control de continuidad del suministro eléctrico.
- Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el real decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.



- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 841/2002, de 2 de Agosto por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1433/2002, de 27 de diciembre de 2002 por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- Real Decreto 1801/2003 de 26 de diciembre de 2003 sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1114/2007 de 24 de agosto, por el que se complementa el Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales, mediante el establecimiento de cuatro cualificaciones profesionales correspondientes a la familia profesional energía y agua.
- Resolución de 27 de septiembre de 2007, de la Secretaría General de Energía, por la que se establece el plazo de mantenimiento de la tarifa regulada para la tecnología fotovoltaica, en virtud de lo establecido en el artículo 22 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.

Hay que tener en cuenta que cuando no exista disposición normativa de obligado cumplimiento aplicable se tendrán en cuenta los siguientes elementos:

- a) Normas técnicas nacionales de transposición de normas europeas no armonizadas.
- b) Normas UNE.





- c) Las recomendaciones de la Comisión Europea.
- d) Los códigos de buenas prácticas.
- e) El estado actual de los conocimientos y de la técnica.

Las normas UNE se elaboran a través de la representación nacional, delegada por AENOR, en los comités internacionales de normalización de energía solar fotovoltaica: Comité Técnico 82 de la IEC y Comité Técnico BTTF 86-2 de CENELEC (Comisión Europea de Normalización Eléctrica y Electrónica).

En los dos apartados del presente capítulo se explican las dos modificaciones de normativa más importantes realizadas durante el año 2010 en la industria fotovoltaica: el Real Decreto 1565/2010 y el Real Decreto-ley 14/2010.

El Real Decreto 1565/2010 recorta retroactivamente el periodo con derecho a percepción de prima por las plantas e impone al sector medidas abusivas y discriminatorias respecto del resto de tecnologías y el Real Decreto-ley 14/2010 recorta retroactivamente el número de horas con derecho a recibir la prima y lo hace linealmente con independencia de las horas de insolación y de eficiencia de las instalaciones.



### 5.1. Real Decreto 1565/2010

En noviembre de 2010, el Consejo de Ministros aprobó la nueva regulación fotovoltaica, en la que se recogen recortes de primas que van del 5% para instalaciones de techo pequeño al 45% para instalaciones de suelo, pasando por un 25% para instalaciones de techo grandes.

Estos recortes se han aplicado a partir de la primera convocatoria del registro trimestral de preasignación desde la entrada en vigor del real decreto, esto es, a partir de la cuarta convocatoria de 2010.

El Ejecutivo espera que la reducción las tarifas reguladas que se introduce para las instalaciones fotovoltaicas suponga un ahorro de 607,2 millones de euros hasta 2013, a razón de 141,5 millones en 2011, 202,3 millones en 2012 y 263,4 millones en 2013.

Hasta ahora las primas de las plantas de suelo perciben 25,8 céntimos por kilovatio y hora (será de un 45% menos), las instalaciones grandes en cubierta perciben 28,6 céntimos kW/h (a partir de ahora un 25% menos) y las de tejado pequeño obtienen 32 céntimos kW/h (su reducción pasa a ser del 5%).

Entre las novedades más destacadas del nuevo real decreto fotovoltaico figura una limitación a los 25 años de vida útil en el derecho a la percepción de prima equivalente.

Además, la norma recoge otras novedades dirigidas a mejorar la integración técnica de las instalaciones de fuentes renovables y de cogeneración, así como simplificar y agilizar los procedimientos administrativos de aplicación.

En suma, el Gobierno asegura que los objetivos principales del decreto son reducir costes, especialmente los de la energía fotovoltaica, en beneficio de los consumidores; mejorar la integración técnica de las instalaciones de fuentes renovables y de cogeneración, y simplificar y agilizar los procedimientos administrativos de aplicación.

El Real Decreto 1565/2010 modifica tres reales decretos anteriores, que son el 661/2007, por el que se regula la producción de energía eléctrica en régimen especial; el 1110/2007, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, y el 1578/2008, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.

Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

**Modificación del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.**



- Sólo podrán incluirse en el régimen especial aquellas instalaciones que estén constituidas por equipos principales nuevos y sin uso previo.
- Se regulan las modificaciones sustanciales para instalaciones de cogeneración y caso de no corresponderse con ninguna de las estipuladas, habrá de solicitarse los criterios a cumplir para calificar la modificación en éste régimen económico.
- Para el resto de tecnologías, se considerarán modificaciones sustanciales aquellas establecidas por orden del Ministerio de Industria.
- Todas las instalaciones de régimen especial con potencia superior a 10 MW, y aquellas con potencia inferior o igual a 10 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo del artículo 2 cuya suma total de potencias sea mayor de 10 MW, deberán estar adscritas a un centro de control de generación.
- Las instalaciones eólicas y las instalaciones o agrupaciones de instalaciones fotovoltaicas de potencia superior a 2 MW, están obligadas al cumplimiento de lo dispuesto en el procedimiento de operación P.O. 12.3. Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones eólicas.
- Las instalaciones de régimen especial deberán contar, con anterioridad al comienzo del vertido de energía a la red, con los equipos de medida de energía eléctrica necesarios que permitan su liquidación, facturación y control.
- A las instalaciones acogidas al régimen especial, independientemente de la opción de venta elegida, les será aplicable un complemento o penalización, según corresponda, por energía reactiva por el mantenimiento de unos determinados valores de factor de potencia. Este complemento se fija como un porcentaje del valor de 8,2954 c€/kWh, en función del factor de potencia con el que se entregue la energía, que será revisado anualmente.
- El rango obligatorio de factor de potencia podrá ser modificado, con carácter anual, por resolución de la Secretaría de Estado de Energía, a propuesta del operador del sistema, y éste se encontrará en todo caso, entre los valores extremos de factor de potencia: 0,98 capacitivo y 0,98 inductivo. El citado rango obligatorio podrá ser diferente en función de las zonas geográfica, de acuerdo con las necesidades del sistema.
- Para participar en los servicios de ajuste del sistema, las instalaciones deberán realizar previamente una prueba de funcionamiento para acreditar la potencia neta realmente disponible. Dicha potencia neta será la que se utilice para la participación en el mercado.
  - Se modifica el modelo de inscripción en el registro del anexo III.
  - Se modifica la tabla de complemento por energía reactiva del anexo V.



**Modificación del Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, aprobado mediante Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto.**

- Aquellas instalaciones y equipos de medida que cambien su clasificación tal y como se indica a continuación, podrán mantener los equipos actuales hasta su sustitución por equipos nuevos:
  - a) los que cambien su clasificación de tipo 3 a tipo 1 o 2, que deberán realizar la sustitución antes del 1 de julio de 2012;
  - b) los puntos de medida de consumo que cambien su clasificación de tipo 4 a tipo 3, que deberán realizar la sustitución antes del 1 de julio de 2012;
  - c) los puntos de medida de generación que cambien su clasificación de tipo 4 a tipo 3, que deberán realizar la sustitución antes del 1 de julio de 2011.

**Modificación del Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.**

- Nueva clasificación de las instalaciones del subgrupo b.1.1:

Tipo I. Instalaciones que estén ubicadas en cubiertas o fachadas de construcciones fijas, cerradas, hechas de materiales resistentes, dedicadas a usos residencial, de servicios, comercial o industrial, incluidas las de carácter agropecuario, en todos los casos, cuando en su interior exista un punto de suministro de potencia contratada por al menos un 25 por ciento de la potencia nominal de la instalación que se pretende ubicar durante los primeros veinticinco años a contar desde el primer día del mes siguiente al acta de puesta en marcha de la instalación de producción.

O bien, instalaciones que estén ubicadas sobre estructuras fijas de soporte que tengan por objeto un uso de cubierta de aparcamiento o de sombreado, en ambos casos de áreas dedicadas a alguno de los usos anteriores, y se encuentren ubicadas en una parcela con referencia catastral urbana.

Se excluyen expresamente de este tipo I las instalaciones ubicadas sobre estructuras de invernaderos y cubiertas de balsas de riego, y similares.

Las instalaciones de este tipo se agrupan, a su vez, en dos subtipos:

- Tipo I.1: Instalaciones del tipo I, con una potencia inferior o igual a 20 kW.
  - Tipo I.2: Instalaciones del tipo I, con una potencia superior a 20 kW.
- No será necesaria la aportación de la licencia de obras del proyecto de instalación para instalaciones del tipo I.1 en la solicitud de inscripción en el registro de preasignación de retribución.



- Se reducen las tarifas de las instalaciones fotovoltaicas en los siguientes términos:
  - a) Instalaciones de tipo I.1: 5%
  - b) Instalaciones de tipo I.2: 25%
  - c) Instalaciones de tipo II: 45%

## 5.2. Real Decreto-ley 14/2010

En el año 2007, el Gobierno español incentivó y fomentó el uso, producción y venta de energías renovables alternativas, fomentando especialmente la inversión en plantas fotovoltaicas de energía eléctrica. Para ello, aprobó el Real Decreto 661/2007 mediante el cual se incentivó la colocación de plantas fotovoltaicas asegurando la inversión realizada estipulando un precio fijo por el que las compañías eléctricas compraban la totalidad de la energía eléctrica generada por dichas placas fotovoltaicas.

Ante la garantía y seguridad ofrecida por el Estado, cientos de personas invirtieron sus ahorros en la instalación de plantas fotovoltaicas, tanto por estar en la creencia de que el gobierno deseaba crear una auténtica fuente eficaz de energía alternativa, como por la seguridad que otorga contratar con el Estado.



*Ilustración 2. Seguidor solar.*

El pasado viernes 24 de Diciembre de 2010 se publicó en el BOE el Real Decreto-Ley 14/2010, mediante el cual el Gobierno aplica medidas económicas con carácter retroactivo que afectan a todos los inversores con plantas fotovoltaicas, sin diferenciar entre los productores hasta la actualidad y los nuevos productores con posterioridad al decreto, limitando las horas de producción eléctrica e instaurando un peaje transitorio de acceso a las redes de transporte y distribución a satisfacer por los productores de energía eléctrica.

El Real Decreto-ley 14/2010 busca corregir el déficit tarifario del sector eléctrico. Realiza modificaciones sobre la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico y sobre la Ley 39/2010, de 22 de diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2011.

Real Decreto-Ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico que afecta a las instalaciones fotovoltaicas acogidas al Real Decreto 661/2007 del siguiente modo:

- a) Se limitan las horas de producción según la zona climática dónde se ubique la instalación.
- b) Durante el 2011, 2012 y 2013 las horas se limitarán independientemente de su ubicación.
- c) Para las instalaciones tipo b.1.1. el plazo de 25 años para percibir la tarifa regulada se amplía a 28.
- d) Habrá que pagar un peaje de 0,5 €/MWh vertido a la red.

**Disposición adicional primera.** *Limitación de las horas equivalentes de funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas.*

1. Las instalaciones de tecnología solar fotovoltaica tendrán derecho, en su caso, a percibir en cada año el régimen económico primado que tengan reconocido, hasta alcanzar el número de horas equivalentes de referencia, tomando como punto de inicio las 0 horas del 1 de enero de cada año.
2. Las horas equivalentes de referencia para estas instalaciones, en función de la zona solar climática donde se ubique la instalación, de acuerdo con la clasificación de zonas climáticas según la radiación solar media en España establecidas en el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, serán las siguientes:

Tecnología	Horas equivalentes de referencia/año				
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
<b>Instalación fija</b>	1232	1362	1492	1632	1753
<b>Instalación con seguimiento a 1 eje</b>	1602	1770	1940	2122	2279
<b>Instalación con seguimiento a 2 ejes</b>	1664	1838	2015	2204	2367

Tabla 26. Horas equivalentes de funcionamiento para las distintas instalaciones fotovoltaicas por zona climática. [BOE14]

A estos efectos se define el número de horas equivalentes de funcionamiento de una instalación de producción de energía eléctrica como el cociente entre la producción neta anual expresada en kWh y la potencia nominal de la instalación expresada en kW.

3. La Comisión Nacional de Energía aplicará la limitación de horas que se establece en esta disposición a las liquidaciones de primas correspondientes a las instalaciones de tecnología solar fotovoltaica. Asimismo aplicará la limitación que se establece en la disposición transitoria segunda a las liquidaciones que se refieran a las instalaciones de tecnología solar fotovoltaica acogidas al régimen económico establecido en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo. Para ambos casos, podrá recabar la información que precise de los titulares de las instalaciones y de los órganos competentes para la autorización de las mismas.
4. Se habilita al Gobierno a modificar mediante real decreto lo dispuesto en el apartado 2, para adecuarlo a la evolución de la tecnología.

**Disposición transitoria primera.** *Peaje transitorio de acceso a las redes de transporte y distribución a satisfacer por los productores de energía eléctrica.*

A partir de 1 de enero de 2011, y en tanto no se desarrollen reglamentariamente los peajes que deben satisfacer los productores de energía eléctrica, los transportistas y distribuidores aplicarán a los productores que estuvieren conectados a sus redes un peaje de acceso de 0,5 EUR/MWh vertido en sus redes o los valores que fije el Ministro

de Industria, Turismo y Comercio dentro de los límites que se establezcan en su caso por la normativa de la Unión Europea.

**Disposición transitoria segunda.** *Limitación de las horas equivalentes de funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas hasta el 31 de diciembre de 2013.*

No obstante lo dispuesto en la disposición adicional primera, hasta el 31 de diciembre de 2013 las horas equivalentes de referencia para las instalaciones de tecnología solar fotovoltaica acogidas al régimen económico establecido en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, serán las siguientes:

Tecnología	Horas equivalentes de referencia/año
Instalación fija	1250
Instalación con seguimiento a 1 eje	1644
Instalación con seguimiento a 2 ejes	1707

*Tabla 27. Limitación de horas equivalentes de funcionamiento para las distintas instalaciones fotovoltaicas hasta el 31 de diciembre de 2013. [BOE14]*

**Disposición final primera.** *Modificación del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.*

Se modifica la tabla 3 del artículo 36 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, sustituyendo, para las instalaciones de tipo b.1.1, las referencias en el plazo a los primeros 25 años por los primeros 28 años.

El Real Decreto-ley 14/2010 comportará grandes perjuicios y pérdidas económicas a los inversores, quienes decidieron realizar la inversión amparados en unas determinadas condiciones que actualmente el Gobierno ha modificado de forma unilateral y sin respetar las condiciones contractuales pactadas, dado que no podrán recuperar la inversión realizada en el tiempo estimado por limitar el Gobierno la producción de energía eléctrica y dejar de pagar los importes y los kW estimados.

Dicho Real Decreto y sus disposiciones transitorias pueden afectar a principios constitucionales básicos como son la seguridad jurídica, la responsabilidad y la interdicción de la arbitrariedad de los poderes.





## Capítulo 6

# La implementación de los sistemas fotovoltaicos

---

### 6.1. Aplicaciones para la energía fotovoltaica

Prácticamente cualquier aplicación que necesite electricidad para funcionar se puede alimentar con un sistema fotovoltaico adecuadamente dimensionado. La única limitación es el coste del equipo y, en algunas ocasiones, el tamaño del campo de paneles. No obstante, en lugares remotos alejados de la red de distribución eléctrica, lo más rentable suele ser instalar energía solar fotovoltaica antes que realizar el enganche a la red.

Año tras año se van incorporando nuevas aplicaciones a la industria fotovoltaica, y 2010 no ha sido una excepción. Actualmente, existen multitud de aplicaciones fotovoltaicas consagradas:

- Centrales conectadas a red con subvención a la producción.
- Estaciones repetidoras de microondas y de radio.
- Electrificación de pueblos en áreas remotas (Electrificación rural).
- Instalaciones agrícolas y ganaderas de iluminación, comunicación y control.
- Instalaciones médicas en áreas rurales.
- Corriente eléctrica para casas de campo.
- Sistemas de comunicaciones de emergencia.
- Sistemas de vigilancia de datos ambientales y de calidad del agua.
- Faros, boyas y balizas de navegación marítima.
- Bombeo para sistemas de riego, agua potable en áreas rurales y abrevaderos para el ganado.
- Balizamiento para protección aeronáutica.
- Sistemas de protección catódica.
- Sistemas de desalinización.
- Vehículos de recreo.
- Señalización de carreteras.
- Señalización ferroviaria y civil.

- Vigilancia y seguridad.
- Sistemas para cargar los acumuladores de barcos.
- Fuente de energía para naves espaciales.
- Postes SOS (Teléfonos de emergencia de carretera).
- Parquímetros.
- Recarga de Scooters Eléctricos.

Las más importantes y más desarrolladas durante el año 2010 se exponen a continuación con algo más de detalle.

### **Electrificación rural**

La energía solar puede ser, en muchos casos, la única alternativa energética viable en el medio rural aislado.

Los sistemas de electrificación rural tienen como principales ventajas una alta fiabilidad de suministro energético ininterrumpido, mínimas necesidades de mantenimiento y una larga vida útil de funcionamiento.



*Ilustración 3. Energía fotovoltaica en el medio rural.*

Cuando no se dispone de red eléctrica, el sistema está conectado a una batería a través de un regulador de carga. Un inversor puede ser usado para proporcionar alimentación de corriente alterna, que permite el uso normal de los aparatos eléctricos. Las aplicaciones típicas fuera de la red se utilizan para llevar el acceso a la electricidad a zonas remotas, como, por ejemplo, refugios de montaña.

### **Abastecimiento de agua**

Los sistemas fotovoltaicos son útiles para el tratamiento y abastecimiento de agua. Son los más indicados para conseguir agua potable, para riego o para uso industrial. Su principal ventaja es que evitan el riesgo de contaminación del agua al utilizar otras fuentes energéticas y los problemas de transporte de carburante y de mantenimiento que existen cuando se emplean generadores diesel. El resultado es el máximo ahorro en los costes de almacenamiento en batería.

### **Iluminación pública**

Actualmente la energía solar es muy usada para alumbrar espacios públicos. El bajo consumo energético facilita la iluminación de zonas aisladas o de difícil suministro eléctrico como caminos, cruces, parques, plazas, pasos fronterizos,...

### **Centrales de generación**

Se trata de un conjunto de instalaciones fotovoltaicas de gran potencia que producen energía eléctrica, que posteriormente es vendida a la red. Normalmente, son la suma de varias instalaciones de menor potencia que se agrupan con el fin de reducir gastos comunes. Son soluciones idóneas para aquellos que tienen clara la inversión en energía solar fotovoltaica.



*Ilustración 4. Parque Solar Valdecaballeros, Valdecaballeros, Badajoz, inaugurado en diciembre de 2010.*

Estos sistemas conectados a la red producen una gran cantidad de electricidad fotovoltaica en un solo punto. Su tamaño va desde varios cientos de kilovatios hasta varios megavatios. Algunas de estas aplicaciones se encuentran en grandes edificios industriales, tales como terminales de aeropuertos o estaciones de ferrocarril. Este tipo de aplicación de gran tamaño hace uso del espacio disponible, y compensa parte de los altos consumos energéticos con la electricidad producida.

### **Sistemas domésticos**

Las pequeñas centrales solares dan la opción al consumidor de ser productor de energía, beneficiándose de su venta a las grandes compañías eléctricas. Además, se consigue descentralizar la generación de energía eléctrica y generarla en el mismo lugar donde se va a consumir, evitando así las posibles pérdidas que se pueden producir en su transporte.



*Ilustración 5. Sistema doméstico fotovoltaico.*

Es el tipo energía solar fotovoltaica más popular para hogares y negocios en las zonas desarrolladas. La conexión a la red eléctrica local permite que cualquier exceso de energía producida se utilice para alimentar la red eléctrica y venderla. Estos sistemas también permiten importar electricidad desde la red cuando no hay sol. Se utiliza un inversor para convertir la corriente continua producida por el sistema en corriente alterna para el funcionamiento normal de equipos eléctricos.

### **Bienes de consumo**

Otro tipo de uso de la energía solar fotovoltaica es el sistema de producción de electricidad que se usa, por ejemplo, en los satélites artificiales. Cada vez existen más aparatos que utilizan minipaneles fotovoltaicos: relojes, calculadoras, juguetes, señalización vial, iluminación, cabinas telefónicas, cargadores de pilas, cargadores de móviles, chaquetas, e incluso techos solares para automóviles (un modelo de automóvil que ya se encuentra en el mercado, el Toyota Prius, dispone ya de este recurso).

También puede preverse que a no muy largo plazo, se comiencen a aplicar materiales fotovoltaicos (que no placas fotovoltaicas), en todo tipo de objetos. Las células fotovoltaicas orgánicas pueden imprimirse sobre soportes flexibles, como tela o plásticos, y aunque duran y producen menos que las células de silicio, la solar fotovoltaica puede comenzar a penetrar en mercados hasta hace poco insospechados para ella, como por ejemplo en el mundo de la moda o en la construcción, recubriendo las fachadas por completo (concepto de integración arquitectónica).



*Ilustración 6. Toyota Prius, gama 2010.*

### **Telecomunicaciones**

Los sistemas fotovoltaicos para telecomunicaciones se adecuan para el abastecimiento integral de necesidades energéticas en zonas aisladas a las que no llegan las señales de radio, tv, telefonía, así como para la telemetría y el telecontrol. Su alta fiabilidad de suministro energético ininterrumpido, sus mínimas necesidades de mantenimiento, su larga vida útil de funcionamiento y su máxima competitividad frente a otras fuentes hacen de estos sistemas una solución energética al problema del aislamiento.



## 6.2. Grandes proyectos fotovoltaicos

En las siguientes tablas se muestran los proyectos fotovoltaicos más destacados finalizados durante el año 2010.

**Proyecto:** Parque Solar La Verilleja  
**Municipio:** Castuera  
**Provincia:** Badajoz  
**Potencia pico:** 26,4 MW  
**Área:** 75 ha  
**Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (Tm):** 40.000  
**Empresas:** Assyce Group, First Solar  
**Inversión:** 100.000.000€



**Proyecto:** Parque Solar Valdecaballeros  
**Municipio:** Valdecaballeros  
**Provincia:** Badajoz  
**Potencia pico:** 11,4 MW  
**Área:** 22 ha  
**Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (Tm):** 19.300  
**Empresas:** Elecnor  
**Inversión:** no disponible

**Proyecto:** Parque Solar Moratalla  
**Municipio:** Moratalla  
**Provincia:** Murcia  
**Potencia pico:** 11 MW  
**Área:** 48 ha  
**Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (Tm):** 17.400  
**Empresas:** Martifer Solar, Smartracker  
**Inversión:** no disponible





**Proyecto:** Parque Solar Rioja  
**Municipio:** Rioja  
**Provincia:** Almería  
**Potencia pico:** 10,9 MW  
**Área:** 25,5 ha  
**Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (Tm):** 11.200  
**Empresas:** Würth Solar, DEMA, Fotowatio  
**Inversión:** 30.000.000€

**Proyecto:** Instalación sobre cubierta para la empresa Surinver  
**Municipio:** Pilar de la Horadada  
**Provincia:** Alicante  
**Potencia pico:** 2,4 MW  
**Área:** no disponible  
**Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (Tm):** 1.200  
**Empresas:** Grupotec, Solaria  
**Inversión:** 11.000.000€



**Proyecto:** Planta Solar de Tordesillas  
**Municipio:** Tordesillas  
**Provincia:** Valladolid  
**Potencia pico:** 11,7 MW  
**Área:** 45,4 ha  
**Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (Tm):** 104.200  
**Empresas:** Grupo OPDE, Mecasolar  
**Inversión:** no disponible

**Proyecto:** Instalación sobre cubierta  
**Municipio:** Tudela  
**Provincia:** Navarra  
**Potencia pico:** 1 MW  
**Área:** no disponible  
**Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (Tm):** no disponible  
**Empresas:** PROINSO, L'SOL Soluciones Energéticas  
**Inversión:** no disponible







Parque Fotovoltaico Cillamayor (6 Mw) en Palencia, España.



Parque Fotovoltaico Las Serretillas (6 Mw) en Abanilla, Murcia, España.



Cubierta fotovoltaica (28 kW) instalada en Pontevedra, España. Proinso, Portosolar.



Instalación fotovoltaica (110 kW) en La Rambla, Córdoba, España. Proinso, Magtel Energías Renovables SL.



Instalación sobre cubierta (400 kW) en Cascante, Navarra, España. Proinso, L'Sol Soluciones Energéticas SL.



Instalación sobre cubierta (300 kW) en Cintruénigo, Navarra, España. Proinso, L'Sol Soluciones Energéticas SL.



Alero fotovoltaico (2 kW) instalado en Pontevedra, España. Proinso, Portosolar.



Cubierta fotovoltaica (28 kW) en Campo Real, Madrid, España. Proinso, Círculo Solar SL.



Instalación fotovoltaica (185 kW) en Ourense, España. Proinso, Portosolar.



Cubierta fotovoltaica (500 kW) en Puertollano, Ciudad Real, España. Solaria.



### 6.3. Aspectos más destacados de I+D

#### **Microinversores fotovoltaicos**

La caída pronunciada del precio de los paneles fotovoltaicos ha sido un gran estímulo para hacer competitiva esta tecnología en numerosas aplicaciones. Pero los paneles solares son solamente una parte del equilibrio del sistema. Muchas otras partes del sistema, incluyendo inversores, convertidores y el hardware asociado pueden suponer hasta la mitad del coste total de una instalación.

Recientemente, algunos de los avances tecnológicos más notables han venido del área de los inversores, con varias firmas pugnando por el mercado de los microinversores (dispositivos que convierten la corriente continua de un único panel solar en corriente alterna).

Los defectos inherentes a la arquitectura de inversor central están propiciando la aparición de un nuevo rango de tecnologías, con un creciente número de compañías desarrollando productos y tecnologías especialmente diseñadas para generar más potencia de los paneles fotovoltaicos ya en el mercado.

Una de las compañías es Enphase Energy, que hasta la fecha ha comercializado 300.000 unidades para el mercado de menos de 10 kW.

Al contrario que un inversor convencional que agrega la energía de varios módulos solares y la convierte, un microinversor convierte la energía de un único módulo solar directamente a corriente alterna. Cuando se conectan a un inversor de string (dispositivo de control y conexión de cadenas de módulos), los módulos típicamente se conectan en serie. Cuando tienen microinversores, los módulos se conectan todos en paralelo.

Esta tecnología tiene numerosas ventajas, particularmente para las pequeñas aplicaciones domésticas y comerciales, por lo que otras compañías están también promoviendo microinversores fotovoltaicos para conexión a red.

Los microinversores no son nuevos, pero los avances en componentes electrónicos han hecho que sean comercialmente viables por primera vez. Una aproximación distribuida en la tecnología de los inversores reduce el efecto del polvo, los residuos, y la sombra en la instalación.

#### **Fosfolípidos**

Científicos del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) han creado un novedoso conjunto de moléculas “autoensamblables” que pueden convertir la luz solar en electricidad. Las moléculas se pueden disgregar y juntar rápidamente con sólo añadir o quitar una solución adicional.



En el desarrollo de placas solares, uno de los problemas de más difícil solución es el impacto dañino que los rayos del Sol tienen sobre la mayoría materiales. La luz solar provoca una degradación paulatina de muchos de los sistemas desarrollados para utilizarla. Pero las plantas han adoptado una estrategia interesante para hacer frente a ese problema. Desintegran continuamente las moléculas que capturan la luz y las vuelven a ensamblar desde el principio, de modo que las estructuras básicas que capturan la energía del sol siempre son, de hecho, completamente nuevas.

Los nuevos avances tecnológicos en este campo son resultado del desarrollo de mecanismos que imiten la estrategia de las plantas. En esa línea trabajan Michael Strano, titular de la cátedra adjunta de ingeniería química Charles y Hilda Roddey, y su equipo de investigadores y estudiantes de postgrado. Los investigadores han logrado que estas “moléculas autoensamblables” se desintegren una y otra vez para volver a ensamblarse de forma relativamente sencilla.

En un intento de imitar el proceso de la fotosíntesis, Strano y su equipo, ayudados por subvenciones de la Iniciativa sobre Energía del MIT y el Departamento de Energía, fabricaron unas moléculas sintéticas llamadas fosfolípidos que forman discos; estos discos proporcionan un soporte estructural a otras moléculas que son las que realmente reaccionan a la luz, dentro de estructuras llamadas centros de reacción, que liberan electrones cuando son golpeadas por las partículas de la luz.

Los discos, que llevan los centros de reacción, se encuentran en una solución donde se adjuntan de manera espontánea a nanotubos de carbono, en forma parecida a los tubos de carbono de pocas billonésimas de metro de grueso aunque tan fuertes como el acero y capaz de conducir electricidad miles de veces mejor que el cobre. Los nanotubos sostienen a los discos de fosfolípidos en alineamiento uniforme de manera que los centros de reacción pueden ser expuestos a la luz del sol, y actúan como cables para recolectar y canalizar el flujo de electrones.



*Ilustración 7. Tecnología autoensamblada.*

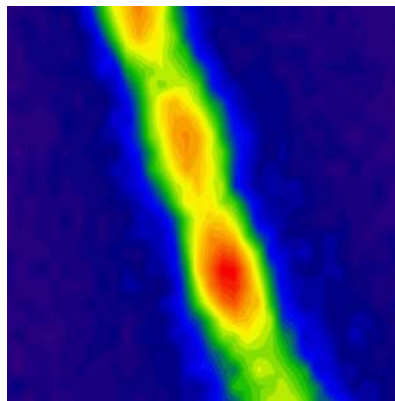
### **Embudo solar**

Por medio del uso de nanotubos de carbono, ingenieros químicos del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) han descubierto una manera de concentrar hasta 100 veces más la energía solar que una celda fotovoltaica normal. Los nanotubos forman antenas que capturan y concentran la energía de la luz, permitiendo de manera potencial dispositivos más pequeños y más poderosos.

Este filamento que contiene cerca de 30 millones de nanotubos de carbono absorbe energía solar en la forma de fotones y luego emite fotones de baja energía, creando la fluorescencia que se ve en la foto.

Las celdas solares son usadas de manera común en grandes paneles, frecuentemente en los techos de las casas, ya que cada celda puede generar un monto muy limitado de poder. Sin embargo, no todos los edificios tienen espacio suficiente para colocar los paneles.

Esto permitiría tener pequeñas áreas con diminutas celdas con antenas, en lugar de tener todo un techo lleno de celdas fotovoltaicas. Estas antenas pueden incluso ser muy útiles en otras aplicaciones que requieran concentración de los rayos de luz, tales como la visión nocturna o telescopios.



*Ilustración 8. Embudo Solar.*

### **Células ultrafinas de silicio cristalino**

La tecnología de silicio cristalino reduce los costes actuales de fabricación. El desarrollo de esta tecnología es la mejor solución tanto para las aplicaciones de integración arquitectónica en los países desarrollados como para las de sistemas aislados en países desarrollados y en vías de desarrollo.

La investigación desarrollada en tecnología de silicio cristalino contempla diferentes vías para reducir los costes de fabricación. La primera consiste en disminuir el espesor de las obleas reduciendo el sustrato hasta el rango de las 100 micras. Una vez superados los problemas de manipulación y corte de obleas ultrafinas, la reducción de costes del módulo gira en torno al 25%.



*Ilustración 9. Células ultrafinas de silicio cristalino.*

En la segunda vía se contempla el emplear una materia prima más económica y exclusiva de la industria fotovoltaica, el silicio de grado solar, que se obtiene purificando el silicio mediante rutas metalúrgicas, o el desarrollo de procesos de fabricación de obleas de silicio mediante el crecimiento epitaxial sobre sustratos de silicio metalúrgicos de baja calidad (a partir de una cara de un cristal de material semiconductor, o sustrato, se hace crecer una capa uniforme y de poco espesor con la misma estructura cristalina que este).

Y por último, la tercera vía para reducir el coste es aumentar la eficiencia de los dispositivos, adaptando tecnologías de alta eficiencia a los requerimientos de la producción en masa (emisores selectivos, pasivaciones superficiales y de volumen, contactos posteriores y nuevos conceptos de metalización y encapsulado).

### **Ósmosis inversa**

La ósmosis inversa aprovecha el agua salada a través del proceso de desalinización en todas aquellas regiones donde escasea el agua dulce. El método de

ósmosis inversa es muy simple, eficiente y económicamente viable, lo que le convierte en la técnica de mayor desarrollo en los últimos tiempos. Consiste en el bombeo del agua a gran presión sobre membranas semipermeables de poliamidas, tras un pretratamiento de filtrado y en ausencia de inyección de productos químicos, reduciendo la salinidad hasta conseguir agua potable.

El Instituto Tecnológico de Canarias (ITC), VEOLIA Water Systems y la empresa Isofotón han desarrollado una planta piloto alimentada íntegramente por energía solar fotovoltaica, empleando sólo y exclusivamente una pequeña batería para que todo funcione correctamente.



*Ilustración 10. Definición gráfica de ósmosis y ósmosis inversa.*

Destacan tres puntos claves:

- Empleo de convertidores de frecuencia variable para alimentar directamente la planta desaladora a partir de la energía recibida.
- Utilización de un recuperador energético para disminuir el caudal de la bomba de alta presión y su consumo energético.
- Funcionamiento en cascada utilizando uno, dos o los tres tubos de membranas existentes.

El resultado es una producción media de más de 3.000 litros/día.

### **Nuevos sensores de seguimiento**

Los nuevos sensores en los sistemas de seguimiento miden constantemente la intensidad y el ángulo de incidencia de la luz y permiten el posicionamiento de la superficie modular hacia el punto más brillante del cielo, es decir, donde irradia más energía. Además tienen en cuenta además la luz reflejada o difusa que penetra a través de las nubes.

A consecuencia de ello, el módulo solar absorbe realmente siempre la máxima cantidad de energía posible y la emite en forma de energía útil. Esta es la razón por la cual se obtienen con toda fiabilidad hasta un 46% más de ingresos en comparación con los sistemas fijos y aproximadamente un 15% más que en el caso de los sistemas de seguimiento astronómico. Y ello con una inversión adicional de tan solo un 10 a un 15% superior a la necesaria en el caso de las instalaciones fijas.

Estas cifras de rendimiento energético proceden de varios operadores de parques solares en España y Alemania que comparan —en algunos casos desde hace años— sus ingresos obtenidos mediante diferentes tecnologías. El tiempo de amortización de las instalaciones se reduce al utilizar sistemas de seguimiento y sus ganancias aumentan al conseguir mayores beneficios después del retorno de inversión, lo que se traduce en el alcance anticipado de la paridad de red (concepto explicado en el apartado 7.5).



No debemos olvidar que las instalaciones fotovoltaicas con sistemas de seguimiento presentan otra ventaja adicional, en comparación con las instalaciones rígidas. Mientras que estas últimas sólo consiguen un aprovechamiento óptimo de la energía solar entre las 11 y las 14 horas, los sistemas con seguimiento son capaces de obtener siempre elevados ingresos, durante todo el día, en función de la duración de la radiación solar. Así optimizan el nivel de carga de las redes eléctricas.

### **Concentración fotovoltaica (CPV)**

El principio de funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV) se basa en el uso de sistemas ópticos para aumentar la luz que reciben las células solares. La idea es simple: se emplean dispositivos ópticos de tecnología accesible y barata (lentes y espejos) para concentrar la luz sobre pequeñas células solares muy eficientes. Por ejemplo, producir un vatio de electricidad usando un sistema que concentra la luz solar 500 veces sobre una célula fotovoltaica de alta eficiencia, requiere una superficie de célula unas 1.000 veces inferior a la necesaria para producir esa misma potencia sin concentración y con células normales de panel plano convencional. El objetivo final de los sistemas CPV es reducir el costo de la electricidad generada mediante la sustitución de superficie de célula (material caro), por dispositivos ópticos menos costosos y de tecnología más accesible.

Las células de concentración han llegado a alcanzar una eficiencia máxima en laboratorio del 41,6%, mientras que las células comerciales de concentración obtienen eficiencias del 38% y los sistemas ópticos están en torno al 80% de eficiencia. Con todo ello, se están fabricando módulos de concentración con eficiencias alrededor del 25% y los resultados de las mediciones realizadas en los sistemas CPV ya instalados, obtienen valores que duplican las eficiencias de los sistemas de panel plano. Estas cifras nos indican que los sistemas CPV han alcanzado su madurez tecnológica y que ha llegado el momento de iniciar su curva de experiencia, incrementar su producción y crear volumen. Todo esto, unido al esfuerzo que se está realizando en I+D+i, les permitirá alcanzar también la competitividad económica.

Existen diferentes tipos de sistemas fotovoltaicos de concentración que se suelen clasificar en función del nivel de concentración que obtienen. Los de alta concentración (aquellos que concentran la luz solar al menos 300 veces) han superado la fase de demostración y están entrando en la fase de industrialización y comercialización. Prueba de ello son las más de veinte empresas que se dedican en todo el mundo a la fabricación de módulos de alta concentración y que superan los 25 MW de potencia instalada, encontrándose más de la mitad de ellos en España.

Una de las principales ventajas comparativas de la CPV frente al panel plano convencional es que la distribución de costes en un sistema CPV tiene un espectro más amplio, no teniendo un peso tan importante en ellos el coste de las células solares. El resultado es que gran parte del coste del sistema se desplaza desde las células hacia otras tecnologías más accesibles y variadas, dando cabida en sus proyectos e inversiones a sectores industriales muy diferentes que pueden adaptarse fácilmente a la fabricación de estos nuevos productos (industrias del plástico, vidrio,

metalmecánico, etc.). Otra de las características más importantes de la CPV son los altos valores de eficiencia que puede alcanzar, y que no pueden ser alcanzados con otras tecnologías solares, ya que estos sistemas emplean alta concentración y alta eficiencia de células, lo que implica una reducción en el área de las instalaciones y, por tanto, pueden llegar a alcanzar una disminución considerable de la inversión y del coste de la electricidad generada. Finalmente, dentro de las ventajas comparativas de



*Ilustración 11. Panel de concentración fotovoltaica.*

la CPV, hay que destacar su mayor potencial para reducir costes debido al mayor recorrido en su desarrollo tecnológico frente a otras tecnologías.

España es actualmente uno de los países líderes en diferentes aspectos de la tecnología CPV. En el Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid se desarrollaron los fundamentos y nuevos conceptos teóricos para la CPV, y también se ha alcanzado recientemente el récord de

eficiencia mundial en células de doble unión. Por otro lado, la creación del ISFOC ha convertido a España en referente mundial de proyectos de demostración de CPV y en nuestro país se encuentra actualmente el 50% de la potencia instalada en todo el mundo. El Proyecto Singular Estratégico, Sigmasoles, liderado por ISFOC y en el que participan varias universidades, centros de investigación y empresas, contribuye a mantener el liderazgo español en I+D+i en CPV. Igualmente, la participación de este Instituto en el ambicioso proyecto de Masdar (Abu Dhabi), la primera ciudad sostenible del mundo, sitúa a España como un agente de transferencia de tecnología en este sector.

En el sector industrial se han creado o ampliado varias industrias para la fabricación de módulos CPV y diferentes empresas del ámbito de la energía están tomando posiciones en este nuevo sector industrial. Además, como los sistemas CPV sólo pueden aprovechar la luz solar directa, es necesario el uso de seguidores solares para obtener un funcionamiento y rendimiento adecuados, siendo nuestro país una potencia mundial en el diseño y fabricación de estos equipos.

Una razón adicional que muestra el potencial de la CPV en España es nuestro clima. La mayor parte del territorio español recibe una irradiación anual superior a 1800 kWh/m<sup>2</sup>, umbral a partir del cual los sistemas CPV tienen un adecuado funcionamiento desde un punto de vista energético y económico.

Con estos antecedentes, España está en una posición estratégica preferente para aprovechar la oportunidad que ofrecen los nuevos mercados para desarrollar y expandir sus industrias en este sector. Así, es necesaria una política de apoyo al desarrollo de la CPV en España para mantener esta situación de liderazgo mundial en el sector, con todas las ventajas que ello conlleva: creación de nuevas industrias y



empleo, refuerzo de las actuales industrias del sector fotovoltaico, nuevas oportunidades de negocio para sectores industriales con gran experiencia e importancia en nuestro país (automoción, electrodomésticos, construcción e instalaciones, etc.).

Para que esta tecnología pueda empezar su curva de aprendizaje con el incremento de producción y la consiguiente reducción de costes, es necesario un apoyo que le permita competir con otras tecnologías. En comparación con el panel plano, la CPV actualmente presenta un mayor coste de inversión y un mayor nivel de riesgo tecnológico. Por lo tanto, hace falta un marco de medidas de apoyo adecuadas que compense esta situación de partida para que los inversores estén dispuestos a invertir en CPV.





#### 6.4. Presupuestos públicos para la estimulación del mercado, demostraciones, pruebas de campo y de I + D

La Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (EPIA) junto con la Plataforma Tecnológica Europea Fotovoltaica presentó, durante la conferencia del Plan SET, celebrada los días 3 y 4 de junio en Madrid bajo el marco de la presidencia española de la UE, la Iniciativa de la Industria Solar Fotovoltaica.

El Plan de implementación 2010-2012 anunció que durante el próximo trienio se necesitará invertir 1.200 millones de euros en I+D para optimizar la producción dirigida a reducir los costes, así como a mejorar la interfaz entre la red eléctrica y los sistemas fotovoltaicos. Estos son los primeros pasos dirigidos a conseguir, en esta década, la competitividad en los precios de venta de la electricidad para los sectores residencial y comercial y en lugares con una alta irradiación, e incluso la competitividad con combustibles fósiles convencionales para aplicaciones industriales. La inversión alcanzaría exactamente los 1.235 millones de euros, de los cuales casi un 60% será aportado por el sector privado, mientras que la cantidad restante tiene que equilibrarse entre la Comisión Europea y los Estados Miembros de la UE.

Desde 2009, EPIA y la Plataforma Tecnológica Europea Fotovoltaica han trabajado conjuntamente con la Comisión Europea y los representantes de los Estados Miembros en la iniciativa. Como resultado, 16 estados miembros han expresado su compromiso en apoyar la parte fotovoltaica de la iniciativa de la industria solar europea y han identificado tres áreas comunes de alta prioridad a corto plazo:

- Procesos de fabricación avanzados para todas las tecnologías fotovoltaicas, dirigidas a reducir costes y mejorar su eficacia.
- Desarrollo de productos fotovoltaicos integrados en edificios (BIPV) y aplicaciones para facilitar y reducir los costes de integración en los mismos.
- Pruebas al aire libre de concentradores de tecnología fotovoltaica.

Además, se acordó que, a largo plazo, los materiales (incluidas las pilas solares orgánicas) y el desarrollo de módulos inteligentes para facilitar la integración en la red serán temas prioritarios.

Si la UE quiere mantener el liderazgo europeo en fotovoltaica, EPIA anima a la Comisión Europea y los estados miembros a ejecutar urgentemente la implementación del Plan de la Iniciativa de la Industria Solar Europea, mediante la introducción de mecanismos financieros efectivos, así como aumentar de manera significativa los presupuestos públicos para la I+D. Mientras que el SET Plan se lleva discutiendo desde hace ya más de 3 años, otros gobiernos en Asia y en los Estados Unidos continúan su apoyo público a la I+D en favor de sus industrias, lo que directamente se traduce en costes de fabricación más bajos.

Sin embargo, el aumento de la capacidad de producción es tan importante como la I+D para poder conseguir economías de escala y, por tanto, el apoyo público (en forma de tarifas) es todavía necesario para poder asumir un crecimiento estable del mercado.



El descenso de un 40% en los precios que se registró el año pasado y el 50% de los dos últimos años confirman que el apoyo político sigue siendo necesario para alcanzar las economías de escala a través del aumento de producción.

Las medidas arriba mencionadas han de ser acompañadas mediante una mejora del acceso a la regulación del mercado, un refuerzo de la distribución de las redes y un aumento de la capacidad de transmisión.





## Capítulo 7

### *Industria y crecimiento*

---

El crecimiento actual de las instalaciones solares fotovoltaicas está limitado por la falta de materia prima en el mercado (silicio de calidad solar) al estar copadas las fuentes actuales, aunque a partir de la segunda mitad de 2008 el precio del silicio solar ha comenzado a disminuir al aumentar su oferta debido a la entrada en escena de nuevos productores. Prueba de ello son los diversos planes se han establecido para nuevas factorías de este material en todo el mundo, incluyendo dos proyectos en España con la colaboración de los principales actores del mercado.

Los módulos fotovoltaicos o colectores solares fotovoltaicos (llamados a veces paneles solares, aunque esta denominación abarca otros dispositivos) están formados por un conjunto de celdas (células fotovoltaicas) que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos (electricidad solar). El parámetro estandarizado para clasificar su potencia se denomina potencia pico, y se corresponde con la potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas, que son:

- Radiación de 1000 W/m<sup>2</sup> (1 Sol).
- Temperatura de célula de 25 °C.

Además, las placas fotovoltaicas se dividen en:

- Cristalinas, tipo monocristalino: se componen de secciones de un único cristal de silicio. Al enfriarse, el silicio fundido se solidifica formando un único cristal de grandes dimensiones. Se produce un lingote cilíndrico de silicio dopado con boro y que es recuadrado hasta obtener un prisma cuadrangular. Éste es cortado en rebanadas finas (0,3 mm de espesor, más o menos) que se conocen en el mundo fotovoltaico con el nombre de obleas, que dan lugar a las células. Estas células generalmente son un color azul uniforme y tienen un rendimiento entre el 14% y el 16%, además de una buena Wp/m<sup>2</sup>, lo que ahorra espacio. Existen en el mercado un gran número de fabricantes pero su coste es elevado.
- Cristalinas, tipo policristalino: están formadas por pequeñas partículas cristalizadas. Durante el enfriamiento de silicio en un molde se forman varios



cristales. La fotocélula es de aspecto azulado, pero no es uniforme, se distinguen diferentes colores creados por los diferentes cristales. Son células cuadradas (con bordes redondeados en el caso de Si monocristalino), lo que permite un mejor funcionamiento en un módulo. Su eficiencia de conversión óptima, alrededor de  $100 \text{ Wp/m}^2$ , pero un poco menor que en el monocristalino. Tienen un coste más reducido, pero proporcionan un bajo rendimiento en condiciones de iluminación reducida.

- Amorfás: cuando el silicio no se ha cristalizado.

Su efectividad es mayor cuanto mayor es el tamaño son los cristales, pero también su peso, grosor y coste. El rendimiento de las primeras puede alcanzar el 20% mientras que el de las últimas puede no llegar al 10%, sin embargo su coste y peso es muy inferior.



### 7.1. Producción de materias primas

En este apartado se muestran los datos de producción de materias primas relacionadas con la industria fotovoltaica para el año 2010. Los datos han sido facilitados ASIF.

Con el fin de facilitar la incorporación de la tabla de datos al proyecto se han realizado ciertas abreviaturas que se referencian del siguiente modo:

- A. Producción Silicio (Tm)
- B. Producción (MW) Células
- C. Producción (MW) Obleas
- D. Módulos (MW) Silicio cristalino
- E. Módulos (MW) Silicio amorfo
- F. Módulos (MW) Diseleniuro de cobre, indio y galio (CIGS).  
CIGS, es el acrónimo en inglés de Copper indium gallium selenide ( $\text{CuInGaSe}_2$ ), un material semiconductor compuesto de Cobre, Indio, Galio y Selenio. Es utilizado sobre todo por su alta eficiencia fotovoltaica para construir paneles solares, y por su menor coste con respecto del silicio.
- G. Concentración (MW)
- H. Inversores (MW)



Empresa	Población	Provincia	A	B	C	D	E	F	G	H
Tskan SL	Agüimes	Gran Canaria				8				
Gadir Solar SA	Cádiz	Cádiz					30			
Isofotón SA	Málaga	Málaga		80		80			s.i.	
Solar European Solutions	Sanlúcar de Barrameda	Cádiz				0				
Green Power Technologies SL	Sevilla	Sevilla								60
Eurener SA	Alicante	Alicante				45				
Iatso (Innovación en Alta Tecnología Solar SL)	Ibi	Alicante				3				
Unión Composites SL (antes Servifil SA)	Cocentaina	Alicante				10				
Solaria Energía y Medioambiente SA	Puertollano	Ciudad Real		0		120				
Silicio Solar SAU	Puertollano	Ciudad Real			4,5					
Hellín Energética	Hellín	Albacete						s.i.		
Siliken SL	Albacete	Albacete	0							26
Siliken SL	Valencia	Valencia				160				
Atersa SA	Valencia	Valencia				105				2
ILB Helios Spain	Madrid	Madrid				20				
Enertron SLU	Madrid	Madrid								s.i.
Solener (Soluciones Energéticas SA)	Madrid	Madrid								2
BP Solar España SAU **	Tres Cantos	Madrid		0						
BP Solar España SAU **	San Sebastián de los Reyes	Madrid				0				
Grupo Unisolar SA	Béjar	Salamanca					4,5			
Instalaciones Pevafersa SL	Toro	Zamora		35		53				
Yohkon Energía SA	Valladolid	Valladolid				6,5		3,5		
Zytech Group	Zaragoza	Zaragoza				22			0,35	
Helione (Helios Energy Europe SL)	Badalona	Barcelona				25				
Aleo Solar España SL	Santa María de Palautordera	Barcelona				17				
Vidursolar SLr*	Berga	Barcelona				0,04				
Ingeteam Energy SA	Sesma	Navarra								890
Zigor Corporación SA	Vitoria	Álava								36,5
Jema (Jesús María Aguirre SA)	Lasarte	Guipúzcoa								130
Cuquantum Solar SL	Burgos	Burgos				14				
Guascor Fotón SL	Ortuela	Vizcaya				s.i.				
Fluitemnik	Alsasua	Navarra				0				
Fagor Automation SC	Mondragón	Guipúzcoa								s.i.
Solum Photovoltaic Technology SL	Mondragón	Guipúzcoa				s.i.				
DC Wafers Investments SL	León	León			26					
Cel Celis SL	Bembibre	León		10						
T-Solar SL	San Cibrao das Viñas	Ourense					15,54			

Tabla 28. Producción de materias primas en la industria fotovoltaica española para el año 2010.

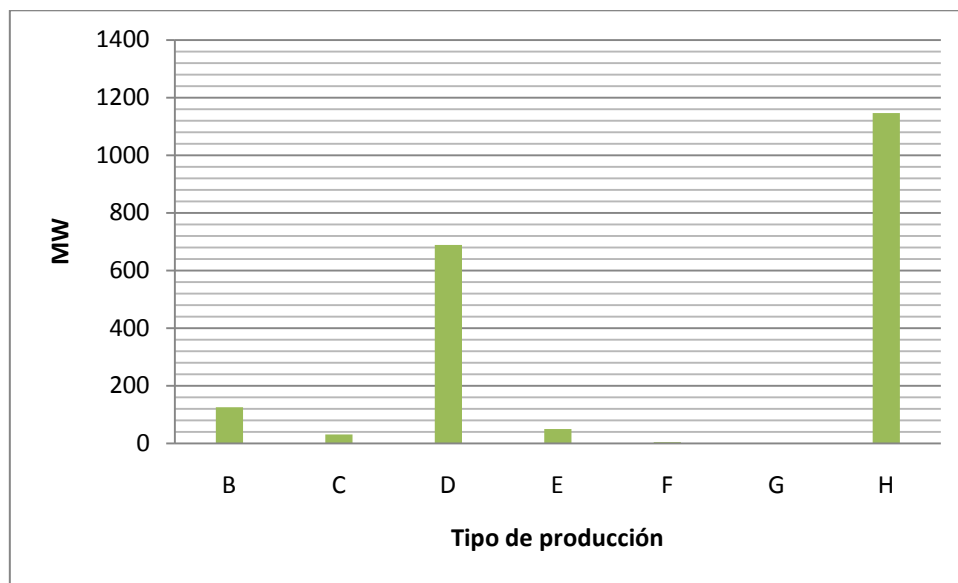
[Fuente: ASIF]

s.i. (sin información)

\* Módulos vidrio-vidrio

\*\* Dejó de producir en 2009

A continuación se muestra el gráfico total de producción de materias primas:



*Figura 27. Producción de materias primas en España en 2010.*

Como se puede observar en la figura 23, donde se muestran los totales de producción de materias primas en España para el año 2010, las empresas fotovoltaicas españolas se centraron, casi exclusivamente, en módulos de silicio cristalino e inversores.

Como se verá en el apartado siguiente, este hecho viene acompañado por un aumento en la producción de estos componentes con respecto a 2009.

## 7.2. Producción de células, módulos e inversores fotovoltaicos

En este apartado se muestran los datos de producción y capacidad de células, módulos e inversores fotovoltaicos en MW para los años 2008, 2009 y 2010. Además se muestra la estimación para el presente año 2011. La capacidad indica el límite de producción establecido para cada año por las empresas fabricantes.

Producción células	2008	2009	2010	2011 (pronóstico)
Células cristalinas	210	72	125	295
Capa delgada		19	54	108
<b>Total producción</b>	<b>210</b>	<b>91</b>	<b>179</b>	<b>403</b>

Tabla 29. Producción de células fotovoltaicas de 2008 a 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW).  
[Fuente: ASIF]

Capacidad células	2008	2009	2010	2011 (pronóstico)
Células cristalinas	530	261	233	397
Capa delgada		87	124	131
<b>Total capacidad</b>	<b>530</b>	<b>348</b>	<b>357</b>	<b>528</b>

Tabla 30. Capacidad de células fotovoltaicas de 2008 a 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW).  
[Fuente: ASIF]

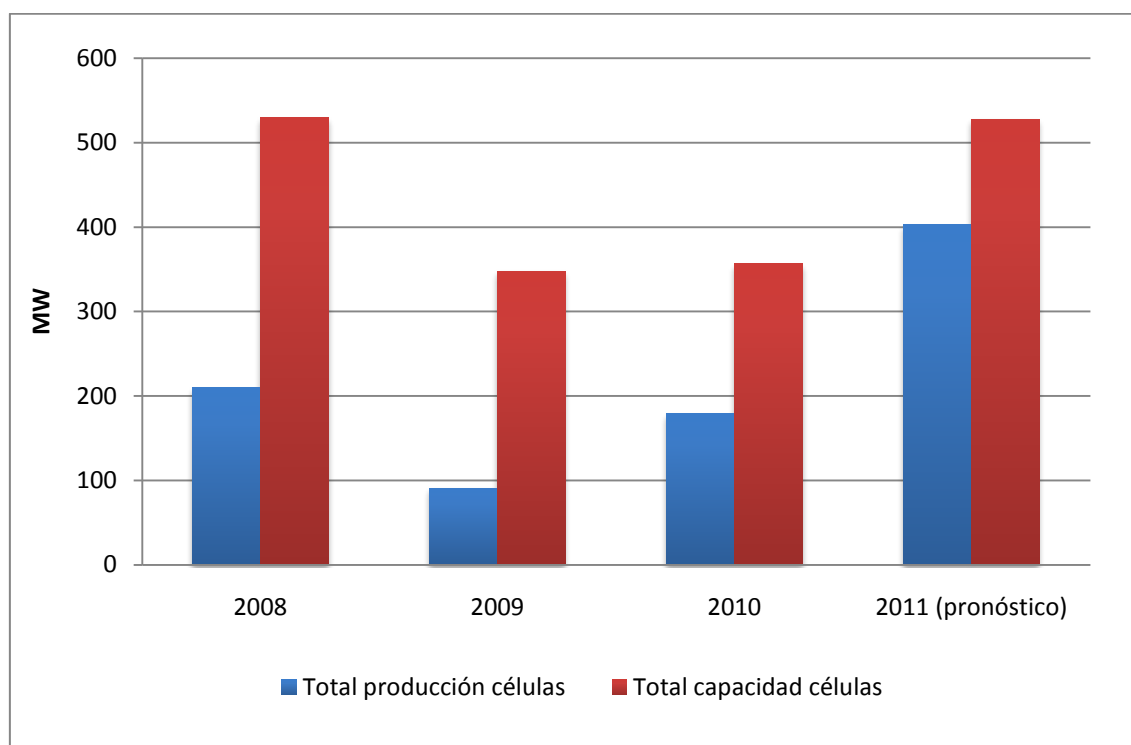


Figura 28. Evolución de producción y capacidad de células fotovoltaicas de 2008 a 2010, con pronóstico para 2011.

Producción módulos	2008	2009	2010	2011 (pronóstico)
Cristalinos	475			
Cristalinos y de capa delgada		304		
Cristalinos, de concentración y de capa delgada			742	1032
<b>Total producción</b>	<b>475</b>	<b>304</b>	<b>742</b>	<b>1032</b>

Tabla 31. Producción de módulos fotovoltaicos de 2008 a 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW). [Fuente: ASIF]

Capacidad módulos	2008	2009	2010	2011 (pronóstico)
Cristalinos	1035			
Cristalinos y de capa delgada		983		
Cristalinos, de concentración y de capa delgada			1295	1540
<b>Total capacidad</b>	<b>1035</b>	<b>983</b>	<b>1295</b>	<b>1540</b>

Tabla 32. Capacidad de módulos fotovoltaicos de 2008 a 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW). [Fuente: ASIF]

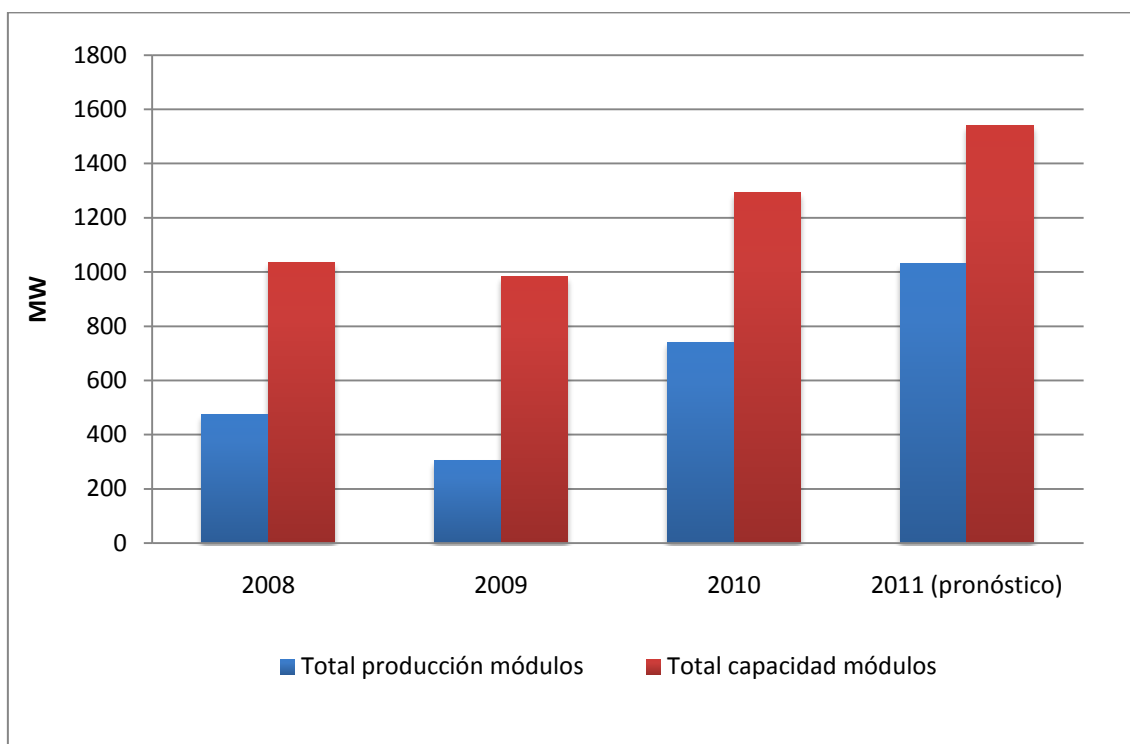


Figura 29. Evolución de producción y capacidad de módulos fotovoltaicos de 2008 a 2010, con pronóstico para 2011.

Inversores	2009	2010	2011 (pronóstico)
<b>Total producción inversores</b>	222	1146	1477
<b>Total capacidad inversores</b>	562	1655	2652

Tabla 33. Producción y capacidad de inversores fotovoltaicos de 2009 y 2010, por tipo, con pronóstico para 2011 (MW). [Fuente: ASIF]

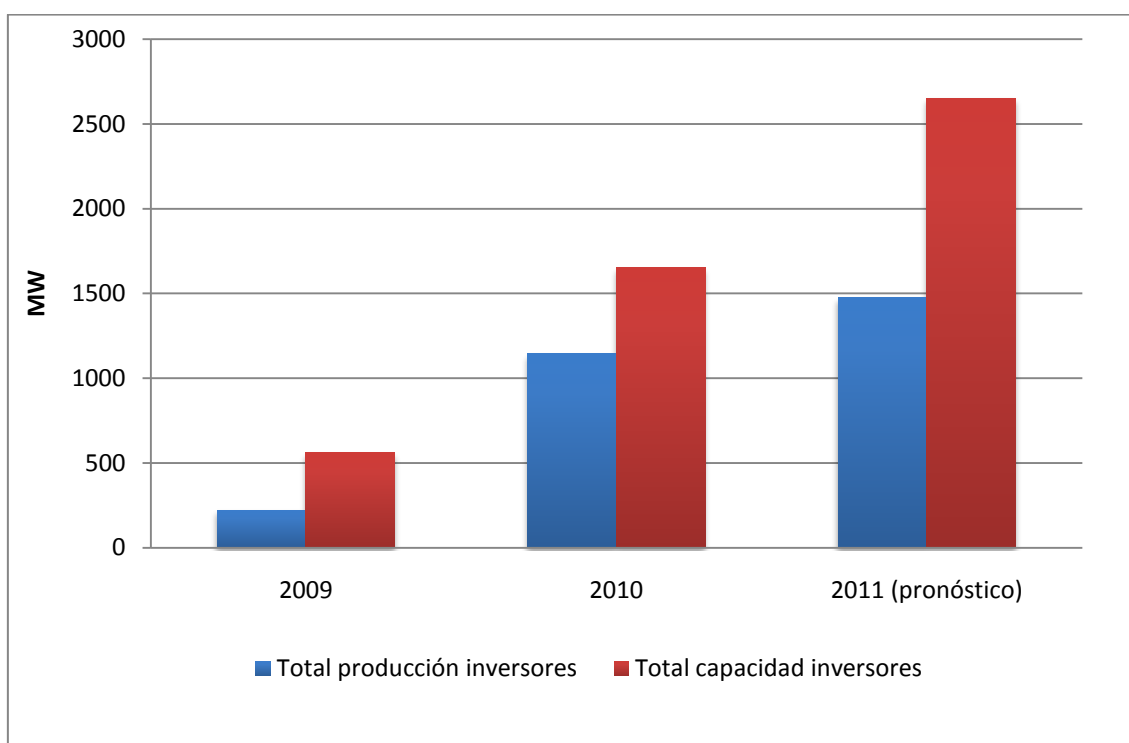


Figura 30. Evolución de producción y capacidad de inversores fotovoltaicos de 2009 y 2010, con pronóstico para 2011.

Como se puede observar en las figuras 24, 25 y 26, todas las producciones fotovoltaicas han aumentado y han estado más cercanas al límite de capacidad que en 2009, siendo el pronóstico para 2011 aún más prometedor.

Con respecto a 2009, año en que se produjo una disminución drástica en la producción, ha aumentado la capacidad de producción de células, módulos e inversores, y con ello, la producción. Este aumento se debe a la instalación de nuevos fabricantes en el territorio nacional y las variaciones de capacidad de los fabricantes ya consolidados en el mercado.





### 7.3. Precios de los módulos

En un día soleado, el Sol irradia alrededor de  $1 \text{ kW/m}^2$  a la superficie de la Tierra. Considerando que los paneles fotovoltaicos actuales tienen una eficiencia típica entre el 12%-25%, esto supondría una producción aproximada de entre  $120\text{-}250 \text{ W/m}^2$  en función de la eficiencia del panel fotovoltaico.

Por otra parte, están produciéndose grandes avances en la tecnología fotovoltaica y ya existen paneles experimentales con rendimientos superiores al 40%.

A latitudes medias y septentrionales, teniendo en cuenta el ciclo diurno y las condiciones atmosféricas, llegan a la superficie terrestre  $100 \text{ W/m}^2$  de media en invierno y  $250 \text{ W/m}^2$  en verano. Con una eficiencia de conversión de, aproximadamente, 12%, se puede esperar obtener 12 y 30 vatios por metro cuadrado de celda fotovoltaica en invierno y verano, respectivamente.

Con los costes actuales de energía eléctrica,  $0.08 \text{ \$/kWh (USD)}$ , un  $\text{m}^2$  generará hasta  $0.06 \text{ \$/día}$ , y un  $\text{km}^2$  generará hasta 30 MW, o  $60,000 \text{ \$/km}^2\cdot\text{día}$ . Para comparar, el Sahara despoblado se extiende por 9 millones de  $\text{km}^2$ , con menos nubes y un mejor ángulo solar, pudiendo generar hasta  $50 \text{ MW/km}^2$ , o 450 TW (teravatio) en total. El consumo de energía actual de la población terrestre está cercano a 12-13 TW en cualquier momento dado (incluyendo derivados del petróleo, carbón, energía nuclear e hidroeléctrica).

El verdadero problema con los paneles fotovoltaicos es el coste de la inversión, ya que se requieren hasta más de 10 años (de una vida útil de 40 años o más) para recuperar el coste inicial y generar ganancias. El precio actual de los módulos fotovoltaicos oscila entre los 3,5 y los 5,0  $\text{\$/W (USD)}$ , en función de la cantidad que se compre y la procedencia. Los más baratos vienen de China y se debe ser muy prudente con la calidad y garantía de los mismos. El precio de 8  $\text{\$/W}$ , aunque algo barato, es el precio completo de una instalación fija: módulos, estructuras de soporte, onduladores, protecciones, sistemas de medición, costes del proyecto, instalación y permisos administrativos. Un precio normal está entre 8,6 y 9,0  $\text{\$/W}$ . Si la instalación es con seguidores de sol de dos ejes, el coste puede rondar los 10,60  $\text{\$/W}$ , aunque la producción eléctrica obtenida es del orden de un 30% superior que en una fija.

El precio de los módulos fotovoltaicos presenta una gran variación dependiendo de la fuente consultada. Por otro lado, y como es obvio, el precio depende de la demanda pero, a su vez, la cantidad de dinero que los consumidores están dispuestos a pagar depende de los incentivos que reciben, los cuales, varían con la potencia instalada. Por lo tanto, dependerá mucho de las políticas públicas de apoyo y de la producción de módulos, para ajustar el precio, la demanda y la oferta.

Determinar el precio actual de venta de los módulos fotovoltaicos con exactitud es una tarea más que complicada, ya que depende de diversos factores como la zona geográfica donde se compra, el número de módulos adquiridos, condiciones de pago, garantías, etc. El cambio de moneda es un factor determinante a tener en cuenta, ya



que provoca grandes cambios en los precios. Sin embargo, se pueden dar valores medios de estos precios. Estos valores medios, más que el valor del dato concreto de precio de módulo en un momento determinado, lo que permiten es obtener la tendencia o evolución histórica del precio del módulo.

En España, la regulación actual está haciendo que se reduzca la evolución del mercado, disminuyendo el número de instalaciones nuevas anuales, lo que implica una menor disminución en el precio de los módulos fotovoltaicos (además de inversores, baterías,...).

Desde la consultoría Solarbuzz se ofrecen los datos medios de los precios, no sólo para los módulos, sino también para el resto de componentes principales de los sistemas fotovoltaicos. Además del precio de los módulos también se puede observar la evolución de precios de inversores, baterías, controladores de carga,...

		2010								
	Unidades	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Módulo</b>	\$/Wp (≥125 W)	3,81	3,78	3,77	3,73	3,71	3,61	3,59	3,51	3,47
	€/Wp (≥125 W)	3,36	3,33	3,32	3,3	3,25	3,23	3,2	3,19	3,09
<b>Inversor</b>	\$/W (DC)**	0,716	0,715	0,715	0,715	0,716	0,715	0,715	0,715	0,715
	€/W (DC)**	0,53	0,536	0,579	0,572	0,544	0,558	0,522	0,508	0,543
<b>Batería</b>	\$/W de salida por hora	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,207	0,21
	€/W de salida por hora	0,153	0,155	0,168	0,166	0,157	0,161	0,151	0,147	0,16
<b>Regulador de carga</b>	\$/Amperio	5,87	5,87	5,87	5,87	5,87	5,87	5,87	5,87	5,87
	€/Amperio	4,34	4,4	4,75	4,7	4,46	4,58	4,29	4,17	4,46
<b>Sistemas Solares*</b>	Residencial c\$/kWh	34,84	34,74	34,74	34,64	34,56	34,28	32,05	31,91	31,63
	Comercial c\$/kWh	24,81	24,71	24,71	24,65	24,57	24,32	22,31	22,19	21,9
	Industrial c\$/kWh	19,33	19,27	19,27	19,2	19,14	18,95	17,38	17,29	17,07

Tabla 34. Precios de abril a diciembre de 2010 para componentes de sistemas fotovoltaicos.

[Fuente: <http://www.solarbuzz.com>]

Estos precios reflejan el precio mínimo ofertado en la página web de cada empresa para el componente en particular y no incluyen el impuesto sobre las ventas. Solarbuzz recoge información sobre los precios de las compañías en todo el mundo. Las operaciones de cambio de moneda son efectuadas en el momento de la encuesta. Esta información no puede representar a los precios reales, puesto que los precios reales incluyen descuentos en las compras de unidades múltiples y una adecuación de precios de los competidores. A pesar de ello, es una buena guía para la evaluación del sistema de precios y su tendencia. Los precios de los proyectos individuales varían mucho según la ubicación y el tipo de sistema. Estos precios son orientativos.

\*Índices del coste del sistema solar conectado a la red, precio por kWh (después de la financiación). Estos índices se basan en la encuesta de Solarbuzz para la compra de módulos al por menor y señalar exclusivamente en los precios de módulo en la banda alta potencia en forma exclusiva (> 125 W). Ellos incluyen la integración completa del sistema y los costes de instalación.

\*Índice residencial basado en un sistema solar estándar de 2 kWp, montado en tejado con una batería de respaldo.

\*Índice comercial basado en un sistema solar de suelo de 50 kWp, que proporciona energía distribuida y sin energía de respaldo.

\*Índice industrial basado en un sistema solar de tejado de 500 kWp, frecuente en grandes edificios y sin energía de reserva.

\*\*DC --- Corriente continua

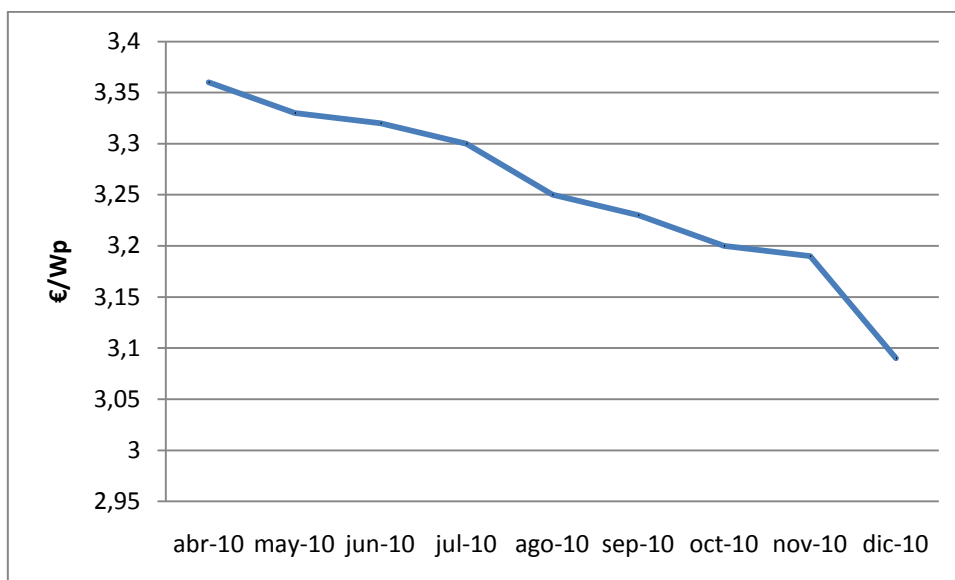


Figura 31. Evolución del precio de los módulos fotovoltaicos.

La tendencia natural del mercado hace que el precio de los módulos fotovoltaicos (junto con el resto de los componentes de un sistema fotovoltaico) siga disminuyendo con el paso de los años. Los expertos vaticinan que llegará un momento en el que sea más barato producir nuestra propia electricidad que comprarla a la compañía eléctrica. En ese sentido, en el valor del negocio, es en lo que se centra el apartado 7.5 de este proyecto, tanto desde el punto de vista inversor como financiero.



#### 7.4. Fabricantes y proveedores de componentes

El mercado fotovoltaico español sigue extendiéndose y, a pesar de que la fabricación principal se centra en módulos, el número de fabricantes de seguidores e inversores crece año tras año. A continuación se muestra una tabla ordenada alfabéticamente de fabricantes y proveedores de componentes en España en el año 2010.

Empresa	Provincia	Sil.	Obl.	Cél.	Mód.	Seg.	Inv.
Adem	Teruel					X	
Ades	Zaragoza					X	
Aleo Solar España SL	Barcelona				X		
Apolo Solar	Madrid					X	
Atersa SA	Valencia				X		X
Braux	Pontevedra					X	
Cel Celis SL	León			X			
Control Y Accesos	Lérida					X	
Quantum Solar SL	Burgos				X		
DC Wafers Investments SL	León		X				
Denersa	Burgos					X	
Enertron SLU	Madrid						X
Esaune Solar	Vizcaya					X	
Eurener SA	Alicante				X		
Fagor Automation SC	Guipúzcoa						X
Feina SCP	Barcelona					X	
Fluitechnik	Navarra				X		
Gadir Solar SA	Cádiz				X		
Greenpower Technologies SL	Sevilla						X
Grupo Unisolar SA	Salamanca				X		
Guascor Fotón SL	Vizcaya				X		
Heliene (Helios Energy Europe SL)	Barcelona				X		
Hellín Energética	Albacete				X		
Iatso (Innovación en Alta Tecnología Solar SL)	Alicante				X		
ILB Helios Spain	Madrid				X		
Ingeteam Energy SA	Navarra						X
Instalaciones Pevafersa SL	Zamora			X	X		
Instalaciones Pevafersa SL	Valladolid				X		
Isofotón SA	Málaga			X	X		
Jema (Jesús María Aguirre SA)	Guipúzcoa						X
Mecapisa	Valladolid					X	
Mecasolar	Navarra					X	
Prius Energy	Albacete					X	



<b>Empresa</b>	<b>Provincia</b>	<b>Sil.</b>	<b>Obl.</b>	<b>Cél.</b>	<b>Mód.</b>	<b>Seg.</b>	<b>Inv.</b>
Saima Taldea	Guipúzcoa					X	
Silicio Ferrosolar (Ferroatlántica)	A Coruña	X					
Silicio Solar SAU	Ciudad Real		X				
Siliken SL	Albacete	X			X		
Siliken SL	Valencia	X			X		X
Siliken SL	Tenerife				X		
Solar European Solutions	Cádiz				X		
Solaria Energía y Medioambiente SA	Ciudad Real				X		
Solener (Soluciones Energéticas SA)	Madrid					X	X
Soltec Energías Renovables	Murcia					X	X
Solum Photovoltaic Technology SL	Guipúzcoa				X		
Sti Norland	Navarra					X	
Talleres Clavijo	Navarra					X	
Tecno Solar	Jaén					X	
Tecnología Solar Canarias SL	Gran Canaria				X		
Thar Energy	Valladolid					X	
T-Solar SL	Ourense				X		
Unión Composites SL (antes Servifil SA)	Alicante				X		
United Europa	Navarra				X		
Vidursolar SL	Barcelona				X		
Wattpic	Barcelona					X	
Yohkon Energía SA	Valladolid				X		
Zigor Corporación SA	Álava						X
Zytech Group	Zaragoza				X		

*Tabla 35. Fabricantes y proveedores de componentes en el año 2010.*

Como se puede observar en la tabla 32, y al igual que ya se vio en el apartado 7.2, las empresas pertenecientes al sector fotovoltaico español destacan principalmente en la fabricación y distribución de módulos, seguidores e inversores fotovoltaicos, sector en el que solamente dos empresas destacables centran toda o parte de su labor en la producción de silicio. Este dato indica que la mayor parte del silicio utilizado en la fabricación fotovoltaica en España es importado.

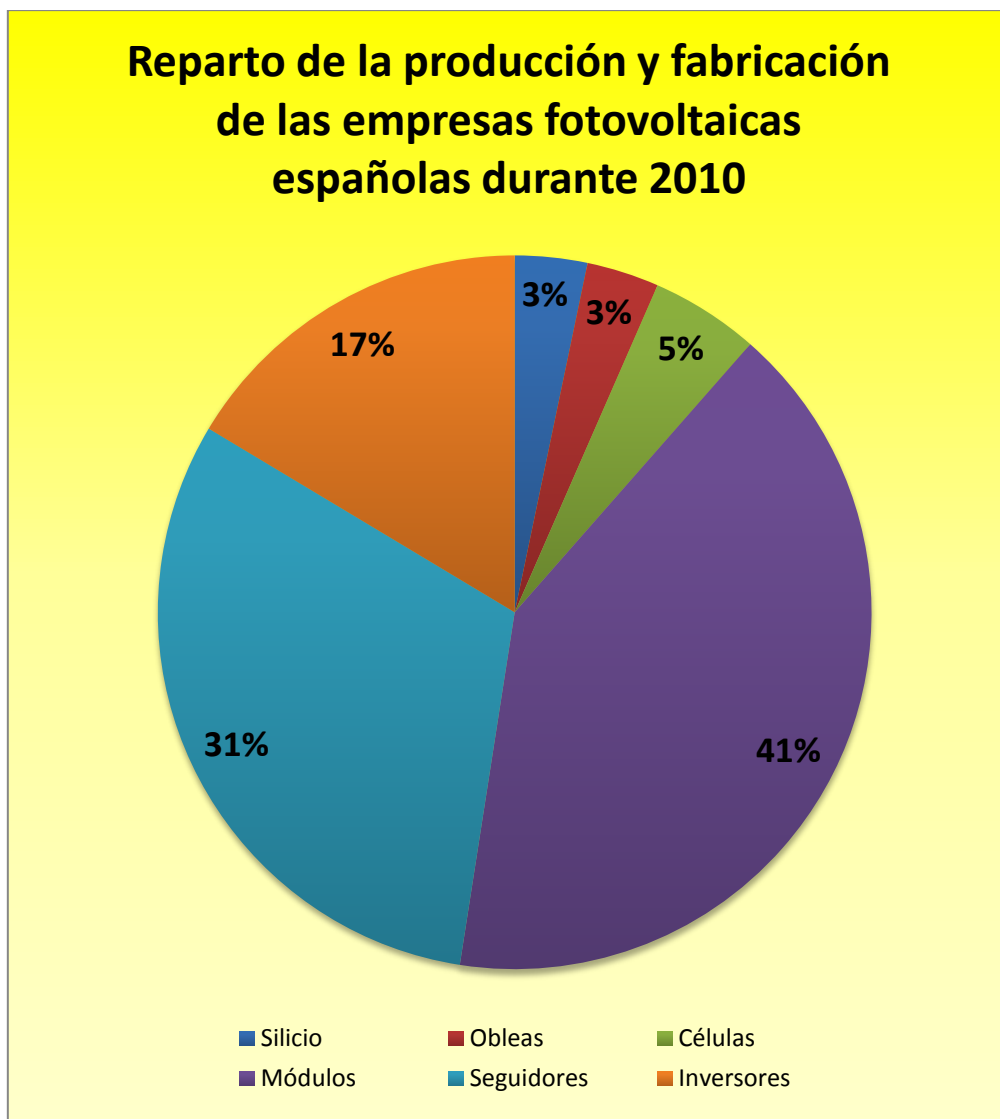


Figura 32. Reparto de la producción y fabricación de las empresas fotovoltaicas españolas durante 2010.

## 7.5. Valor del negocio

### El negocio fotovoltaico desde el punto de vista inversor

En 2003 comienza a ser factible invertir en energía solar. Los primeros inversores se ven motivados por la concienciación medioambiental. A partir de este momento se distinguen varias etapas:

- **2003-2004:** Desconocimiento del modo correcto de invertir en energía solar. Desconfianza hacia este tipo de inversiones.
- **2005-2007:** *Boom* de la inversión en energía solar, especialmente en huertos solares.
- **2008-2009:** Declive de las inversiones fotovoltaicas en huertos solares. Auge de las inversiones fotovoltaicas en cubiertas de edificios. Gran influencia de la crisis económica (restricción de crédito, pérdida de confianza en los mercados,...)

Actualmente (año 2010), la situación que atraviesa el sistema energético fotovoltaico en España (política energética gubernamental errática, miedo al riesgo sistémico, conflicto de intereses entre diferentes tecnologías de generación de energía,...) hace que las empresas hayan tenido que adaptarse (reinventarse) al mercado, realizando inversiones en energía solar fotovoltaica sobre cubierta, una inversión muy atractiva (rentable, escalable, segura y sostenible).



Ilustración 12. Evolución del mercado hacia la paridad de red.

La nueva legislación (presentada en el capítulo 5 de este documento), acaba con la etapa de incertidumbre en el sector. Se espera que en un futuro próximo se llegue a un marco legal estable, que de garantía y seguridad a los inversores.

Los costes de instalación se han reducido un 40% en los últimos seis años y aún podrían seguir bajando, mientras que los costes de la energía de origen fósil se han incrementado exponencialmente a lo largo de los últimos diez años.

El descenso de costes y precios conduce al sector fotovoltaico hacia lo que se conoce como *paridad de red*, el punto de competitividad del kWh solar, sin ningún tipo de ayudas, en relación con el coste del consumo del kWh. Es decir, cuando el precio del

kWh fotovoltaico sea el mismo que el del kWh por el que pagan los consumidores al proveedor de electricidad.

Sin embargo, la *paridad de red* es un concepto más ideal que real. Cada segmento del mercado alcanza su precio de referencia de la electricidad, y por lo tanto la *paridad de red*, en un momento distinto, debido a las diferencias existentes entre los precios de la electricidad comparables. Por lo tanto, a la hora de concretar una propuesta de sistema de retribución, sería necesario definir la *paridad de red* para cada segmento.

Las conclusiones para el inversor son claras:

- La sociedad demanda cada vez más energía, de mayor calidad y sobre todo más sostenible.
- La reducción de costes de la energía solar da muestras de las posibilidades de esta tecnología de cara al futuro.
- En el futuro, existirán otras aplicaciones más allá de la inyección a red (vehículo eléctrico, hidrógeno y pilas de combustible,...)
- Cuando se alcance la *Grid Parity*, la forma de invertir en energía solar será diferente.
- La inversión en energía solar no es una moda pasajera. Su participación en el mix energético es imparable.

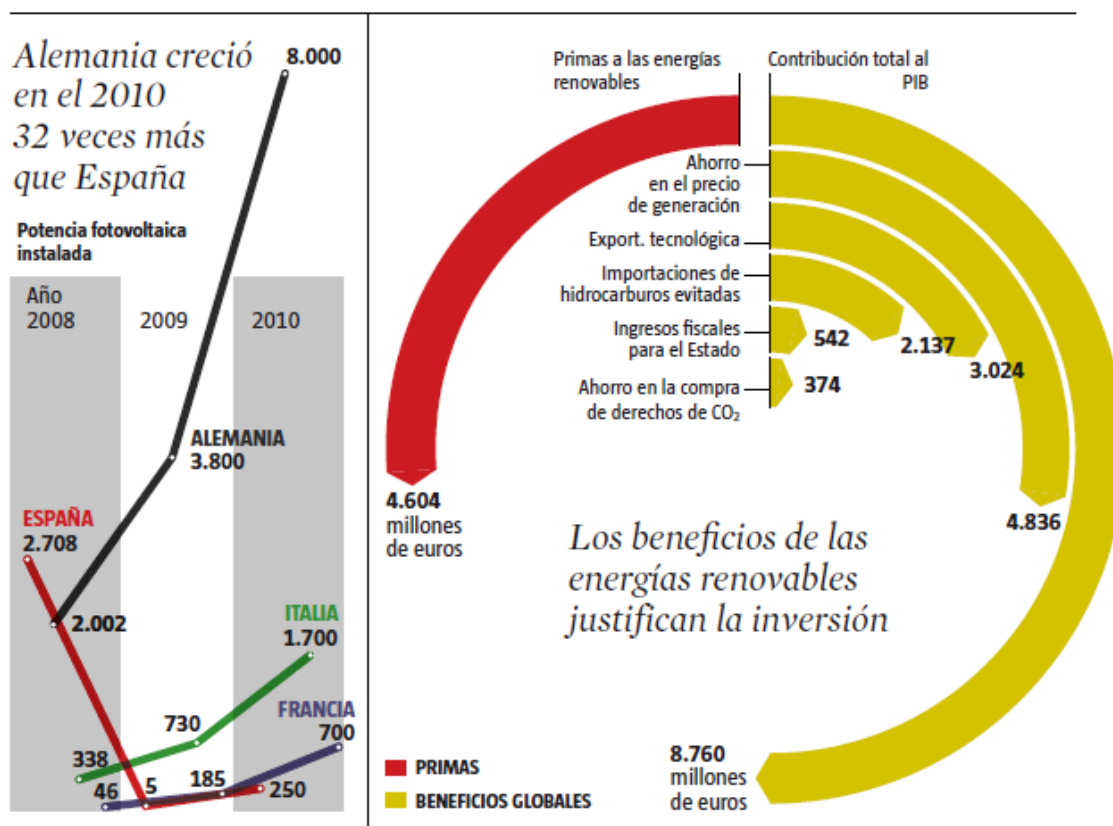


Ilustración 13. Los beneficios de las energías renovables justifican la inversión.

[Fuente: <http://www.madrimasd.org>]



### El negocio fotovoltaico desde el punto de vista financiero

Son numerosas las ventajas de invertir en energía solar:

- **Sostenible:** Contribuye a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- **Inteligente:** Utiliza zonas ociosas (cubiertas) y requiere poco mantenimiento.
- **Innovadora:** Da una imagen de empresa responsable. Utiliza las últimas tecnologías.
- **Rentable a largo plazo:** Son inversiones a 25 años. Compatible con el aumento de la esperanza de vida de la población.
- **Inversión más barata:** El coste de la inversión se ha reducido mucho en los últimos años. De los 600.000€ de 100 kWp a los 280.000€ actuales. Una instalación de 20 kWp puede costar menos de 60.000€ (400 m<sup>2</sup>).
- **Costes financieros bajos:** Los tipos de referencia (Euribor) se han reducido del 5% al 1,7% aproximadamente.
- **Oportunidad de inversión alternativa:** Menos riesgo que en Bolsa, activos inmobiliarios,... y mayor rentabilidad que los depósitos bancarios.

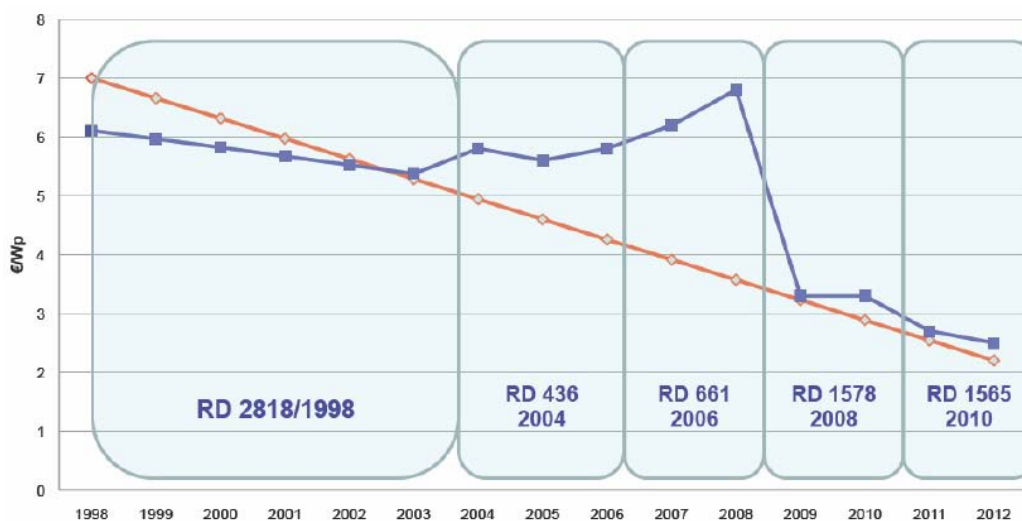


Figura 33. Evolución del precio de venta frente a evolución teórica de costes.

[Fuente: <http://www.im2solar.com>]

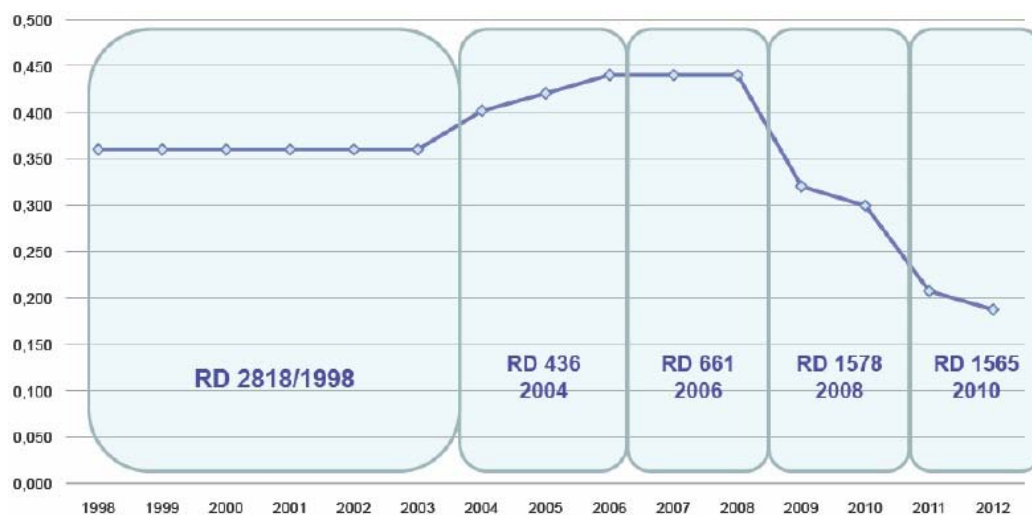


Figura 34. Evolución de la tarifa fotovoltaica. [Fuente: <http://www.im2solar.com>]

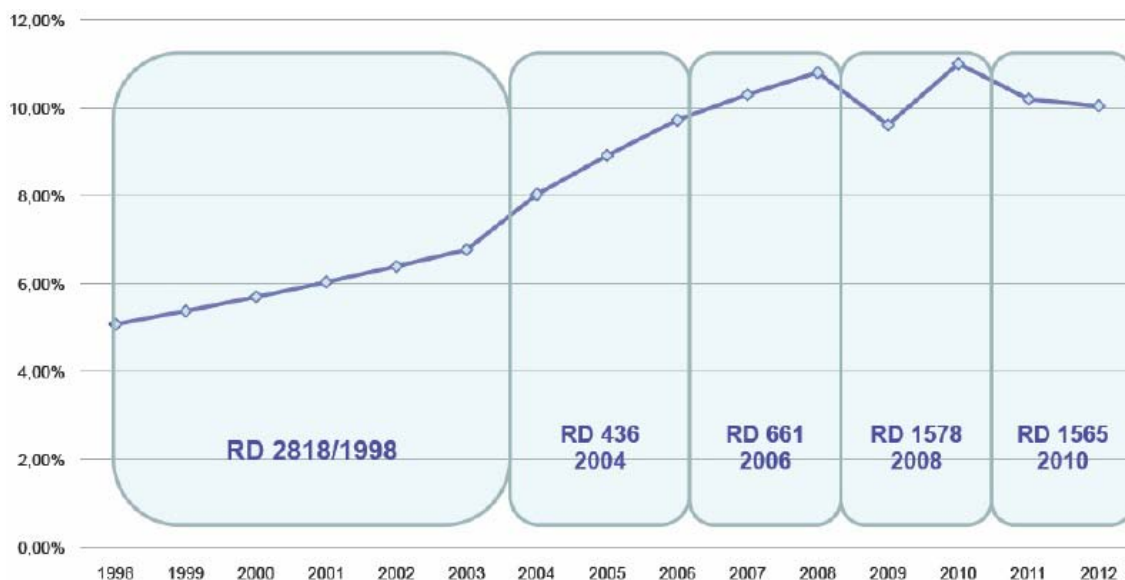


Figura 35. Evolución de TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) para el cliente.

[Fuente: <http://www.im2solar.com>]

Existen dos productos bancarios principales para la financiación de estas inversiones: los préstamos a largo plazo y el leasing a largo plazo. Siempre es necesaria una coordinación de las operaciones de financiación:

- Relación de entidades colaboradoras.
- Información previa del cliente.
- Documentación técnica solicitada por las entidades financieras.
- Documentación económica solicitada por las entidades financieras.
- Seguimiento de las operaciones.

En este punto entra la línea ICO Economía Sostenible. Este tipo de financiación está dirigida a los autónomos, empresas, y todo tipo de entidades públicas para realizar inversiones productivas en sectores y actividades de inversión sostenible.



El plazo de solicitud está abierto hasta el 19 de noviembre de 2011, aunque hay que tener en cuenta que este plazo se cerrará si los fondos de esta línea se agotan antes de esta fecha.

El banco o caja de ahorros en la que se presenta la solicitud es donde se decide si el préstamo es concedido, ya que son las entidades de crédito las encargadas del estudio y aprobación de las operaciones, puesto que asumen el 100% del riesgo.

A través de esta financiación se pueden realizar inversiones productivas en sectores y actividades de inversión sostenible. Se pueden financiar la adquisición y renovación de activos fijos productivos, nuevos o de segunda mano, clasificados dentro de los sectores de economía sostenible, así como el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA).

Entre otras, se considera una inversión sostenible la realizada en energías renovables. Se podrán financiar las inversiones que se hayan realizado previamente a la firma del contrato préstamo/leasing, siempre que éstas no se hayan iniciado antes del 1 de enero de 2010. Una vez firmado el contrato de préstamo/leasing, el cliente dispondrá de un año desde la formalización para poder realizar la inversión autorizada.

La financiación posible puede ser del 100% del proyecto de inversión y el importe máximo que se puede solicitar es de 10 millones de euros por cliente y año. El cliente tiene que presentar la documentación que cada entidad de crédito considere necesaria para estudiar la operación. Debe poder acreditar la realización de la inversión financiada, comprometiéndose a aportar facturas, cartas de pago, proyectos, escrituras o cualquier otro documento que pueda servir como comprobante de que se ha realizado la inversión.

El cliente puede elegir entre tipo de interés fijo o variable:

- Tramo I: Hasta 2 millones de €
  - Fijo: según cotización quincenal comunicada por el ICO más hasta 1,15%.
  - Variable: Euribor 6 meses más diferencial, según cotización quincenal comunicada por el ICO, más hasta 1,15%.
- Tramo II: A partir de 2 millones de € hasta un máximo de 8 millones de €.
  - Fijo: según cotización quincenal comunicada por el ICO más hasta 1,50%.
  - Variable: Euribor 6 meses más diferencial, según cotización quincenal comunicada por el ICO, más hasta 1,50%.

El tipo de interés final para el cliente (TAE), según el plazo y la modalidad escogida, se publica quincenalmente. Además, el cliente puede escoger entre las siguientes posibilidades para la devolución del préstamo:

- 3 años, sin carencia para el pago del principal.
- 5 años, sin carencia o con 1 año de carencia para el pago del principal.
- 7 años, sin carencia o con 2 años de carencia para el pago del principal.
- 10 años, sin carencia o con 2 años de carencia para el pago del principal.
- 12 años, sin carencia o con 2 años de carencia para el pago del principal.



- 15 años, sin carencia o con 3 años de carencia para el pago del principal.
- 20 años, sin carencia o con 3 años de carencia para el pago del principal.

Cabe destacar que las entidades de crédito no pueden cobrar cantidad alguna en concepto de comisión de apertura, de estudio o de disponibilidad.



## 7.6. Grandes propietarios e inversores

La fotovoltaica es, de lejos, la fuente energética cuya propiedad está más repartida. Los huertos solares pertenecen a mucho pequeño inversor, pero también a grandes capitales. En España hay más de 54.000 instalaciones de este tipo, muchas, de pequeños propietarios; sólo en Navarra (la región donde más se socializó esta fuente) hay más de 8.500 pequeños inversores. Es difícil saber de quién es cada planta (el registro que las recopila sólo identifica el nombre de los huertos, no a su dueño), pero el análisis de los grandes actores del sector revela que, al menos, un 37% de los megavatios (MW) fotovoltaicos operativos en España está en manos de constructoras, fondos de inversión, multinacionales y millonarios.

Ese selecto grupo tiene, al menos, 1.500 MW (sobre un total de más de 4.000), que, con la legislación actual, suponen más de 30.000 millones en subvenciones (con cargo a la tarifa de la luz) durante 25 años. Entre los perfiles, destacan las constructoras, sobre todo, medianas. Entre las grandes, sólo FCC opera en el sector (20 MW). La apuesta solar de gigantes como ACS, Acciona, OHL, Sacyr o la propia FCC está volcada en otra tecnología, la termosolar, más intensiva en capital.

Para otros grupos medianos del ladrillo, la fotovoltaica fue un salvavidas cuando se veía venir el estallido de la burbuja inmobiliaria. Se refugiaron en un negocio que prometía ingresos fijos y garantizados por ley. Así, el primer operador del sector (160 MW) es T-Solar, de la constructora Isolux. En el *Top 10* también hay una constructora cordobesa, Montealto (de la familia Valle), con 40 MW (no son propietarios, sino los construye y gestiona para fondos, fabricantes de placas solares y grandes fortunas).

Otros nombres del ladrillo que han apostado por la fotovoltaica son Alten-Ortiz (participada por la constructora Ortiz) o Gadir Solar, ambas con 27 MW. Esta última pertenece a Cadmos, presidido por Rafael Naranjo, un ex de FCC imputado en el *caso Gürtel* que hizo fortuna con el grupo de servicios Sufi (vendido a Sacyr en 2005) y con la constructora Laín. En el consejo de administración de Cadmos está Europa Scar Sport, del futbolista Raúl González, que tiene un 19,5% del grupo. El ex-madridista no es el único famoso con huertos. También la duquesa de Alba, la mayor terrateniente de España. Así lo confirman fuentes de la Casa de Alba, que no aclaran cuántos MW explota la familia.

Otro actor relevante son los fondos de inversión, con, al menos, 300 MW. La cifra es, con toda certeza, muy superior, pero no todas las entidades aportan datos. El año pasado, varios fondos remitieron cartas al Ministerio de Industria y La Moncloa para exigir que el recorte a la fotovoltaica no afectara a plantas ya en marcha. Entonces, se dijo que los fondos (que no han logrado su pretensión) controlan un tercio de la potencia, lo que equivaldría a más de 1.300 MW.

El negocio también está copado por grupos participados por algunas de las familias más ricas del país. Aunque algunos ya han salido del sector (como el empresario Emiliano Revilla, el fundador de Jazztel, Martín Varsavsky, o los Carbonell, del grupo aceitero), la lista es extensa. Destacan los Polanco (accionistas de Prisa), que son socios

de Fotowatio (segundo operador en España), donde también participan los Gallardo (dueños de Almirall) y los Benjumea, presentes en el sector por partida doble (también a través de la multinacional Abengoa). Otros apellidos ilustres son los de la familia Ortega (exdueños de la quesera Forlása); los Hidalgo (del grupo turístico Globalia); y los Bergé, Gorbeña, Boada o Godia. Amancio Ortega, primera fortuna de España, tiene presencia, aunque discreta: el fundador de Inditex participa en una empresa con al menos 6 MW (el grupo se niega a facilitar datos). Por último, varias multinacionales tienen también plantas. Destacan EDF (Francia), Conergy (Gran Bretaña), Martifer (Portugal) y AES (Estados Unidos). De las grandes eléctricas, sólo Enel está presente.

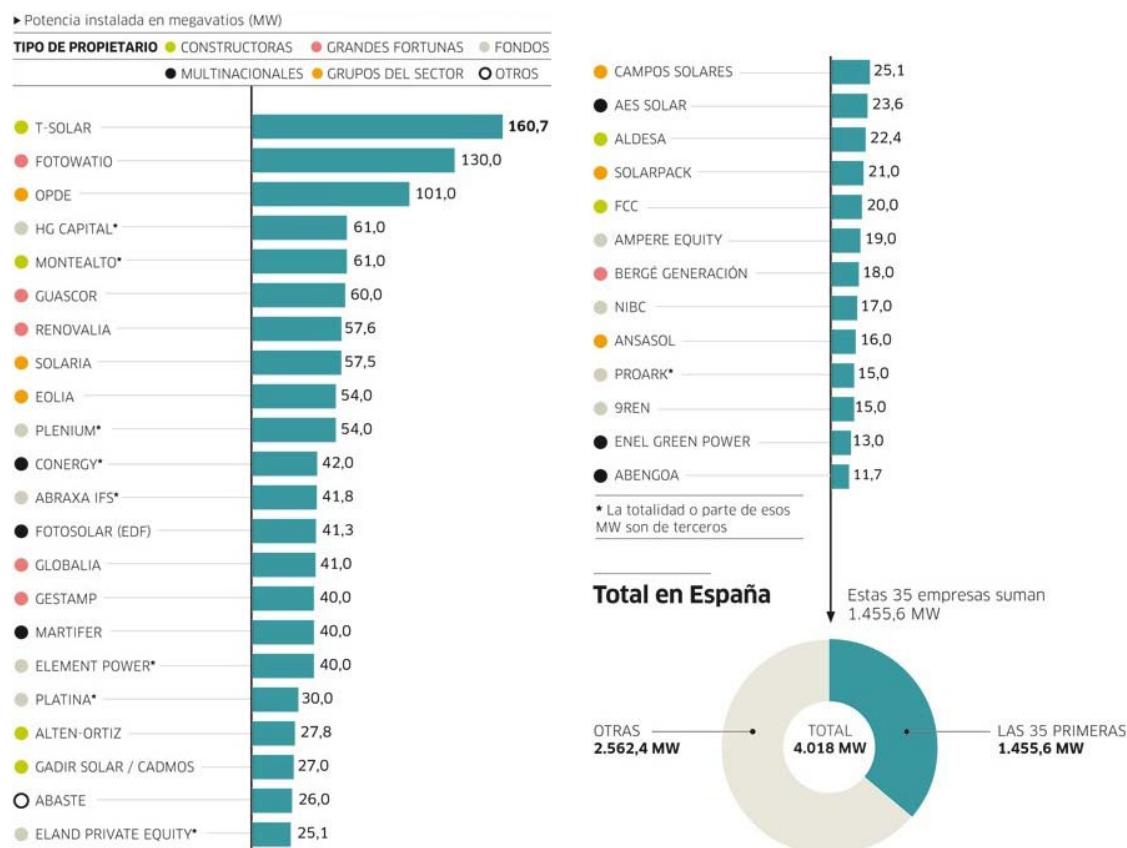


Ilustración 14. Mayores propietarios de potencia fotovoltaica instalada en España.

[Fuente: AEF, <http://jumanjisolar.com>]

Con los recortes realizados por el Gobierno en las retribuciones de estas plantas, que se embolsan el 40% de las primas a las renovables pese a aportar poco más del 2% de la electricidad, el sector vive un momento convulso. Se prevé una avalancha de recursos judiciales por ser una iniciativa retroactiva. ASIF ha pedido que se exima del recorte a los huertos más pequeños (de hasta 50 kW). Suponen la mitad de las plantas (27.000) y un 8,5% de la potencia y del coste total, según ASIF, que dice que se "evitaría causar un grave perjuicio económico a 100.000 personas, sin que ello afectase sustancialmente al ahorro previsto".

Desde hace años, al sector se le relaciona, como antes pasó con el inmobiliario, con la palabra burbuja. El problema viene de 2008, cuando hubo una avalancha de nuevos



MW (como ya se ha indicado en capítulos anteriores) antes de que, en septiembre de ese año, se redujera la prima vigente hasta entonces, fijada por el anterior ministro de Industria, Joan Clos.

El escenario para un *boom* era propicio:

- Había crédito fácil (algunas entidades ofrecían financiar hasta el 100% de la instalación), al amparo de la promesa de rentabilidades de hasta dos dígitos durante 25 años.
- Los objetivos de potencia instalada se superaron con creces y hay sospechas fundadas de que muchos huertos obtuvieron el permiso de las Comunidades Autónomas para cobrar prima sin estar siquiera montados.

El supuesto fraude (que algunas fuentes cifran en un 25% de la potencia instalada) ha quedado, de momento, impune.



## Capítulo 8

# *El futuro de la fotovoltaica, visiones y perspectivas*

---

Hasta la fecha, la humanidad ha tenido un único proveedor de energía: el sol. Los caminos pueden haber sido muy complejos y haber tardado millones de años, pero, en último término, toda la energía de la que disponemos hoy procede del sol. La vía directa para aprovechar esta energía es la técnica fotovoltaica. Y aunque esta afirmación tenga aspecto de argumento provocador, es una realidad.

La pregunta más intuitiva sobre el futuro es: ¿seguirá mereciendo la pena la energía fotovoltaica en el futuro? La cuestión no es si la técnica fotovoltaica seguirá siendo rentable en el futuro, porque, con la información de que disponemos hoy, las condiciones son tan variables que no permiten ninguna respuesta concluyente. Si el Estado va a subvencionar o no la energía fotovoltaica y, si lo hace, en qué medida va a ser, son factores irrelevantes a largo plazo. Conforme a los conocimientos actuales, otros factores como son las características y límites técnicos, las regiones de aplicación, las influencias del medio ambiente y otras condiciones básicas carecen también de importancia.

Estos aspectos no son esenciales en absoluto porque estamos hablando de un potencial directo de energía útil que supera en gran medida la demanda de la humanidad. Por otro lado, la joven tecnología fotovoltaica ya es capaz en la actualidad de cubrir todas las necesidades energéticas mundiales. Sin mencionar su profundo carácter ecológico.

La verdadera cuestión es: ¿cómo podemos utilizar eficazmente la energía fotovoltaica?

La consideración de otras vías alternativas de generación de energía aún se enfrenta a numerosos obstáculos políticos e ideológicos. No obstante, en una evaluación rigurosa de esta temática, es imposible ignorar algunos hechos concretos:

1. Los combustibles fósiles son finitos. Hablar aquí de décadas o de más de 200 años es, en este caso, secundario.





2. Las necesidades energéticas de la población mundial seguirán aumentando a pasos agigantados en un futuro próximo.
3. Los combustibles fósiles son cada vez más caros, al aumentar su escasez, y explotar los nuevos yacimientos de dicha energía requiere un mayor esfuerzo, tiempo y dinero. Todos conocemos la evolución de los precios en el mercado de la energía: una señal clara de que vamos rumbo a una situación deficitaria.
4. El uso de combustibles fósiles presenta, con los conocimientos actuales y el estado de la técnica en este momento, muchas más desventajas a nivel mundial que el uso de las energías renovables.
5. La energía que llega directamente a nuestro entorno a través de la irradiación solar es, en términos humanos, inagotable.
6. La técnica fotovoltaica y, posiblemente, la fototérmica son las vías más directas de aprovechamiento de la energía solar porque transforman la radiación solar, directamente y de forma inmediata, en corriente eléctrica o energía calorífica útil.
7. El uso sistemático e industrial de las energías renovables se encuentra aún en sus primeros estadios de desarrollo. Si se toman como patrón de referencia todas las mejoras tecnológicas surgidas a lo largo de los últimos dos siglos, la tecnología —y, por lo tanto, la eficiencia— continuará sin duda su fantástico desarrollo en los años venideros.

Es incuestionable que la oferta de energías renovables es capaz de cubrir la demanda mundial. El doctor Manfred Fishedick, acreditado científico y vicepresidente del Instituto de Clima, Medio Ambiente y Energía de Wuppertal y sus compañeros, Ole Langniss y Joachim Nitsch prevén que es posible cubrir seis veces la demanda existente a nivel mundial usando fuentes de energía renovables, incluso con la tecnología disponible en la actualidad.

Pero hay que atenerse a los hechos, sin mencionar el potencial futuro (por otro lado, un claro argumento a favor de la técnica fotovoltaica):

- La oferta total de energía generada por la fuerza hidráulica, sin tener en cuenta su aptitud de utilización conforme al nivel tecnológico actual, puede cubrir totalmente la demanda de la humanidad.
- Los océanos albergan teóricamente capacidad para generar el doble de la energía útil necesaria en la actualidad.
- La energía geotérmica nos ofrece aproximadamente cinco veces la demanda de energía mundial, aunque aquí debemos mencionar los peligros aparentemente asociados a las perforaciones geotérmicas.
- La energía generada por biomasa permitiría cubrir veinte veces las necesidades energéticas mundiales.
- La energía eólica disponible supera, incluso, hasta doscientas veces la demanda total de la humanidad.
- La radiación solar no lleva a una dimensión totalmente distinta: conforme a los cálculos realizados por expertos, la radiación solar recibida en la Tierra excede 2.850 veces la demanda total humana de energía. Merece la pena destacar

aquí que incluso con los conocimientos técnicos actuales, la oferta útil concreta es casi cuatro veces mayor que la demanda de energía total de la humanidad.

Tan solo partiendo del puro potencial y teniendo en cuenta las posibilidades disponibles en la actualidad, la tecnología fotovoltaica supera ampliamente a las demás fuentes de energía disponibles. Sólo se trata de optimizar la eficiencia de la obtención de energía y sus condiciones.

### **Edificios proveedores de energía**

La optimización de edificios, basada en módulos solares con sistema de seguimiento controlado mediante sensores, consiguen que las estructuras generen mucha más energía de la que es necesaria para cubrir su completo funcionamiento.

Hoy por hoy, ya es posible equipar edificios industriales o particulares con medios de simplicidad comparable en prácticamente cualquier lugar de la tierra, de forma que la técnica fotovoltaica no solo cubre la demanda de energía del explotador, sin generar ninguna emisión, sino que también puede abastecer a otros consumidores. Por ejemplo, es perfectamente imaginable que en el futuro sea habitual planificar edificios y tejados siempre con sistemas fotovoltaicos integrados, lo que traería consigo una ventaja adicional nada despreciable: las redes de transporte de alto coste se reducirían al mínimo. El precio de la energía podría mantenerse estable o incluso bajar.



*Ilustración 15. Edificio proveedor de energía.*

### **Condiciones marco**

Pero es necesario dar la importancia que tienen a las condiciones de funcionamiento: las bonificaciones por suministro de alimentación, las subvenciones, los costes de la energía y cálculos de amortización. Como es natural, estas condiciones desempeñan un papel fundamental para la rentabilidad, para los inversores y, por consiguiente, para la rápida difusión de la tecnología fotovoltaica.

Sobre todo en Alemania, las consideraciones económicas de los parques solares se acometen desde la perspectiva equivocada: a menudo se calcula el precio que alcanza el kWp instalado. Pero este cálculo, tan estrecho de miras, es irrelevante a la hora de elaborar un cálculo sólido a nivel comercial de costes y utilidad. De hecho, en todas las inversiones se debe plantear siempre la siguiente pregunta: ¿cuánto estoy invirtiendo y cuánto voy a recuperar? Porque hay dos aspectos decisivos que dependen de la respuesta:

- El momento de la amortización, es decir, el 'retorno de la inversión'.



- Los ingresos/ganancias a partir de ese momento.

Ciertamente, en los Estados Unidos y Canadá los inversores se plantean siempre en primer lugar estos aspectos y los cálculos necesarios. El resultado es inequívoco: las instalaciones fotovoltaicas con un seguimiento mediante el módulo sensor producen un retorno de inversión más rápido. Porque, en cualquier parte del mundo, obtienen el máximo rendimiento fotovoltaico en relación al capital invertido, y además, ofrecen la mejor relación entre costes y beneficios.

Cabe destacar que las condiciones marco, como la bonificación por suministro eléctrico, los costes de la energía o la zona de instalación, tan sólo desempeñan un papel secundario en relación a estos cálculos y a sus resultados. También queda claro que los sistemas rígidos constituyen, teniendo en cuenta las condiciones marco, la opción más cara de generar electricidad a partir de la radiación solar.

El precio que debe pagarse por la energía es, ciertamente, un factor clave en cualquier consideración en materia de rentabilidad. Y en ese sentido se llega al quid de la cuestión: la paridad de red. Los operadores de parques solares y los usuarios industriales en Italia que generan su energía solar mediante el uso de sistemas de seguimiento prácticamente han alcanzado la paridad de red. En Alemania, al paso de crecimiento actual, se alcanzará dentro de los próximos cinco años, siempre bajo la premisa de que la energía solar se genere siempre a un coste lo más bajo posible.

En otras palabras, muy pronto ya no tendrá importancia si se subvenciona o no la energía solar. En el futuro, estos propietarios podrán generar su propia electricidad a bajo coste comercial, sin tener que comprarla en absoluto. Una ventaja nada despreciable en la planificación de negocio a largo plazo. Finalmente, el imparable aumento de los precios de la energía hace tiempo que se considera un hecho a tener en cuenta en cualquier planificación seria a largo plazo. Cuanta mayor sea la demanda de energía de una empresa más importante será, lógicamente, este factor.

Todos los parámetros principales apuntan a ello: la tecnología fotovoltaica será aún más interesante en el futuro de lo que ya es ahora. Esta tesis es válida aunque no hubiera avances técnicos. E incluso si las subvenciones a la energía solar desaparecieran. Pero, no hay que preocuparse, porque las empresas, en España y en el extranjero, trabajan constantemente para mejorar la eficiencia de los sistemas, para que proporcionen un retorno de inversión lo antes posible.

### **Regulación equivocada**

Según los datos expuestos en el capítulo 4 de este documento y obtenidos de la CNE, España es uno de los países con más potencia fotovoltaica del mundo, con una potencia instalada acumulada de más de 4000 MW.

En España, después de unos años de fuertes inversiones, los inversores huyen del sector solar fotovoltaico. Nuestro país, uno de los países con más irradiación solar de



toda Europa, ha perdido el liderazgo que tuvo entre 2005 y 2008 en el sector solar fotovoltaico.

Desgraciadamente en la actualidad el sector fotovoltaico parece tocado y hundido. La nueva normativa, aprobada en el Congreso de los diputados y presentada el capítulo 3 de este proyecto, ha sido definida como una catástrofe por productores, asociaciones, empresarios y sindicatos. En los próximos tres años (2011-2013) la retribución del 90% de las instalaciones fotovoltaicas bajará un 30%. La falta de apoyo por parte del Ministerio de Industria y la incertidumbre regulatoria están destruyendo el mercado fotovoltaico español.

Entre cambios de reglas, indignación, lluvia de críticas, amenazas de demandas, etc. el sector de la energía solar fotovoltaica en España parece encarar el futuro inmediato con mucho pesimismo. Después de varios años de fuerte crecimiento fotovoltaico en España este 2010 ha supuesto un frenazo en seco del sector. Por ejemplo, en el año 2010 Alemania instaló 32 veces más potencia fotovoltaica que España.

El daño más grave que la nueva normativa, con su carácter retroactivo, ha provocado es que el sector fotovoltaico ha perdido ante los bancos la credibilidad y la fiabilidad que tenía.

La Asociación de Productores de Energías Renovables estima que la verdadera causa de que se recorten las primas es la competencia que suponen las renovables para las demás fuente de energía. La energía solar fotovoltaica es un tema muy incómodo para la Administración, porque cuestiona el poder actual de las grandes compañías energéticas.

Mientras Alemania, Francia o Italia redoblan sus esfuerzos con inversiones y planes ambiciosos, nuestro país puede caer en una parálisis prácticamente total, tirando por la borda la inversión realizada hasta ahora. En sólo dos años, España ha pasado del segundo lugar como destino de inversión renovable al octavo lugar, viéndose obligadas las empresas del sector a exportar el 75% de su producción.

El futuro inmediato de la energía solar fotovoltaica en España depende directamente de la situación legislativa actual, del recorte de primas para las plantas solares. Pero a largo plazo los expertos confían en que el sector fotovoltaico supere los inconvenientes actuales que atraviesa el sector. Mientras tanto, el sector fotovoltaico español gira la vista hacia las pequeñas instalaciones, la generación distribuida y el autoconsumo.

### **Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2011-2020**

La Directiva 2009/28/CE del Parlamento europeo y del Consejo, de 23 de abril, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece que cada Estado Miembro elaborará un Plan de Acción Nacional en materia de Energías Renovables (PANER) para conseguir los objetivos nacionales fijados en la propia Directiva.

Para España, estos objetivos se concretan en que las energías renovables representen un 20% del consumo final bruto de energía, con un porcentaje en el transporte del 10%, en el año 2020. Los Estados miembros deben notificar a la Comisión Europea estos planes de acción a más tardar el 30 de junio de 2010.

Hasta el pasado 22 de junio estuvo abierto un proceso de participación de empresas, asociaciones y ciudadanos que, a partir de un borrador, han realizado multitud de aportaciones y sugerencias que han sido de gran utilidad para la elaboración del documento definitivo del PANER 2011–2020 que ya se ha remitido a la Comisión Europea.



30 de junio de 2010

*Ilustración 16. Portada PANER 2011-2020.*

En la página web de Ministerio de Industria, Turismo y Comercio están disponibles los documentos relativos al Plan de Acción Nacional de Energías Renovables (PANER) 2011-2020, tanto el texto definitivo como

el anexo al mismo, que contiene las fichas sobre normativa aplicable a las energías renovables por Comunidad Autónoma.

La conclusión a la que han llegado los diferentes actores del sector de las energías renovables es que se establece un apoyo a las energías de origen fósil, tras conocer el contenido final del PANER (Plan de Acción Nacional de Energías Renovables) que ha presentado el Ministerio de Industria y que pretendía ser la hoja de ruta que, para el año 2020, estableciese el camino hacia una producción energética más limpia y sostenible.

En el sector se esperaba que en el documento se establecieran las bases para el desarrollo de la bioenergía, y en lugar de eso se ha incrementado la importancia al uso de gas natural para la producción eléctrica. La ayuda a las energías de origen fósil, como el gas natural alóctono (originado en un lugar distinto al de su yacimiento primitivo y que ha sido transportado por algún agente geológico) o el carbón nacional, no representan la futura base de la economía española.

La revisión del documento final del PANER dista bastante del presentado por el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), en el que se ha eliminado sin explicación ninguna, textos y epígrafes enteros en los que se indicaban los beneficios intrínsecos de las renovables. Se ha eliminado la evaluación económica sobre el ahorro que las renovables han representado, frente a las importaciones de combustibles fósiles, además de los factores de riesgo asociados. También hay que añadir la eliminación de textos en los que se explicaba los impactos económicos positivos de las energías renovables en España y la razón de ser de los diferentes mecanismos para compensar sus externalidades positivas (primas, impuestos de CO<sub>2</sub>, derechos de emisión,...)



Se desconocen las razones de que hayan desaparecido esos razonamientos a favor de las energías renovables de un documento tan importante para el sector. También sería interesante saber por qué no se realiza un análisis riguroso de los costes evitados por las emisiones y las importaciones de combustibles fósiles que no se producen gracias a las energías renovables. Los números demuestran que las energías renovables son muy beneficiosas para la economía española.

## *Anexo A*

# *Trámites para el acceso a red de distribución*

---

Actualmente, el acceso a la red eléctrica en España requiere una serie de permisos de la administración y la autorización de la compañía eléctrica distribuidora de la zona. Esta tiene la obligación de dar punto de enganche o conexión a la red eléctrica, pero en la práctica el papeleo y la reticencia de las compañías eléctricas están frenando el impulso de las energías renovables. Las eléctricas buscan motivos técnicos como la saturación de la red para controlar sus intereses en otras fuentes energéticas y con la intención de bloquear la iniciativa de los pequeños productores de energía solar fotovoltaica.

A la hora de crear una nueva instalación de producción fotovoltaica hay que llevar a cabo ciertos trámites, fijados por ley y de obligado cumplimiento. A continuación se relacionan, a nivel general, los pasos necesarios y su orden para la tramitación, aunque luego en cada Comunidad Autónoma y en cada Ayuntamiento puede cambiar la prioridad de alguno de ellos:

### **1. Solicitud Punto de Acceso.**

Para la cesión de la energía eléctrica generada por la planta solar fotovoltaica a la empresa distribuidora más próxima que tenga características técnicas y económicas suficientes para su distribución.

### **2. Solicitud de inclusión en el régimen especial.**

Una vez ejecutada la instalación solar fotovoltaica y superadas con éxito las pruebas reglamentarias, tiene que presentarse una solicitud de autorización de puesta en servicio, e inscribir a la instalación en el Registro de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica en Régimen Especial de la Comunidad Autónoma correspondiente.

### **3. Inscripción previa en el registro de instalaciones de régimen especial.**



El paso siguiente es la inclusión de la instalación en el Registro Administrativo de Instalaciones de Producción en Régimen Especial, para un adecuado control y seguimiento. Caduca a los tres meses.

**4. Permisos Medioambientales, Urbanísticos, del Patrimonio Cultural, etc.**

En las instalaciones solares fotovoltaicas sobre terreno cuya potencia de producción sea superior a 3.500 kW son precisas la Declaración de Interés Comunitario y la Evaluación de Impacto Ambiental, de competencia de la Consejería de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda.

**5. Solicitud de autorización administrativa.**

Especialidades de aplicación, competencias y ejemplos de aplicación a instalaciones con tensión inferior o superior a 1 kV, según proceda. El productor fotovoltaico o inversor ha de solicitar autorización administrativa para:

- El anteproyecto de la instalación.
- La aprobación del proyecto de ejecución, que se refiere al proyecto concreto de la instalación y permite a su titular la construcción o establecimiento de la misma.
- La autorización de la explotación.

Asimismo se ha de publicar un anuncio por el que se someta a información pública una solicitud de autorización administrativa y aprobación de proyecto para una instalación solar fotovoltaica.

**6. Permiso municipal de Licencia de Obras.**

La instalación de sistemas de captación de energía solar en los diversos municipios estará sujeta a la previa obtención de la licencia municipal de obra. Es necesaria para autorizar el proyecto urbanístico del sistema fotovoltaico. La licencia la deberá otorgar el ayuntamiento del municipio donde se ejecute el sistema fotovoltaico conectado a red. Dependiendo de cada ayuntamiento, el tiempo medio de obtención de la licencia de obra es de entre 1 y 3 meses.

**7. Aval y Depósito.**

A realizar en la Caja General de Depósitos de la Consejería de Hacienda y Administración Pública de la Comunidad Autónoma correspondiente, con el procedimiento específico que la misma tiene para ello y consignando aval.

**8. Inscripción, con carácter previo, de los proyectos de instalación o instalaciones en el Registro de preasignación de retribución.**

El inversor o productor fotovoltaico ha de inscribir en el Registro de preasignación de retribución, su proyecto de instalación de producción en régimen especial de tecnología fotovoltaica. Este paso es necesario para tener derecho a la retribución que corresponda según el tipo de instalación. Las inscripciones en el registro de preasignación de retribución, irán asociadas a un periodo temporal denominado convocatoria, dando derecho a la retribución





que quede fijada en dicho periodo temporal. La solicitud deberá de presentarse en el Registro Administrativo de la sede del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, vía telemática a través de la página web del mismo, [www.mityc.es](http://www.mityc.es), o de forma presencial.

En el año 2010 se han establecido las fechas de las diferentes convocatorias, válidas para los años venideros:

- **Convocatoria primer trimestre del año.**

*Presentación de la solicitud:* Entre el 1 de agosto del año anterior y el 31 de octubre del año anterior al de la convocatoria, ambos inclusive.

*Publicación del resultado del procedimiento de preasignación de retribución:* Antes del 1 de enero del mismo año.

- **Convocatoria segundo trimestre del año.**

*Presentación de la solicitud:* Entre el 1 de noviembre del año anterior y el 31 de enero del año de la convocatoria, ambos inclusive.

*Publicación del resultado del procedimiento de preasignación de retribución:* Antes del 1 de abril.

- **Convocatoria tercer trimestre del año.**

*Presentación de la solicitud:* Entre el 1 de febrero y el 30 de abril, ambos inclusive.

*Publicación del resultado del procedimiento de preasignación de retribución:* Antes del 1 de julio.

- **Convocatoria cuarto trimestre del año.**

*Presentación de la solicitud:* Entre el 1 de mayo y el 31 de julio, ambos inclusive.

*Publicación del resultado del procedimiento de preasignación de retribución:* Antes del 1 de octubre.

La solicitud presentada será válida para convocatorias sucesivas, en tanto en cuanto un proyecto o instalación no sea inscrita en el registro de preasignación de retribución, bien por no cumplir los requisitos exigidos o bien por haber quedado cubierto el cupo de potencia, salvo declaración expresa en contra de participar en las mismas en el periodo establecido o cancelación de la solicitud, expresadas en el formulario establecido en la Solicitud de inscripción en el registro de preasignación.

Aquellos solicitantes que hubieran participado en este procedimiento con anterioridad y deseen modificar su solicitud, no tendrán que volver a presentar la documentación válida ya presentada anteriormente, debiendo indicar dicha particularidad en la solicitud.

Recibidas las solicitudes y cerrado el plazo de presentación de las mismas, la Dirección General de Política Energética y Minas procederá a ordenarlas

cronológicamente, dentro de cada uno de tipos y subtipos que se verán más adelante.

**9. Solicitud del Código de Actividad y Establecimiento C.A.E. (Impuesto especial de electricidad).**

Tras inscribir la planta solar fotovoltaica como fábrica de electricidad en régimen especial, hay que solicitar el C.A.E., y llevar un libro de registro sellado por el Departamento de la Agencia Tributaria encargada de los Impuestos Especiales, haciendo las correspondientes liquidaciones trimestrales (modelo 560), siempre y cuando la instalación solar fotovoltaica sea superior a 100 kWn.

**10. Permiso municipal de Licencia de Actividad.**

Conforme a las diversas ordenanzas municipales, la instalación de sistemas de captación de energía solar en los municipios está sujeta a la previa obtención de la licencia municipal de actividad y obra. Para ello los ayuntamientos solicitan al productor o inversor fotovoltaico el proyecto de aprovechamiento de la energía solar (independiente o apartado específico en el proyecto general) suscrito por técnico competente y visado por el colegio oficial correspondiente.

**11. Acta de puesta en servicio provisional para pruebas de la instalación.**

Otorgamiento de las autorizaciones administrativas necesarias para la puesta en servicio de las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial que utilicen como energía primaria la energía solar o la biomasa. En instalaciones solares fotovoltaicas no hay periodo de pruebas.

**12. Contrato (técnico/tipo) con la compañía distribuidora.**

Las compañías distribuidoras de energía eléctrica tienen la obligación legal de colaborar con este proceso. Deben admitir la entrada en la red de esta energía en un punto accesible, verificar la corrección técnica del suministro y de los mecanismos de lectura y contratar con el titular de la instalación la "compra" de la energía. Cada compañía eléctrica dispone de su modelo de contrato.

**13. Acta de puesta en servicio de la instalación.**

Otorgamiento de las autorizaciones administrativas necesarias para la puesta en servicio de las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial que utilicen como energía primaria la energía solar o la biomasa.

**14. Certificado de los puntos de medida emitido por el encargado de la lectura.**

**15. Inscripción definitiva en Registro de Instalaciones de Régimen Especial.**

Para finalizar el proceso, y con el fin de acceder a las primas establecidas, se ha de presentar ante la Dirección General de Energías Limpias y Cambio Climático la solicitud de Inscripción Definitiva.



**16. Facturación a la tarifa fotovoltaica vigente**

Desde primer día del mes siguiente a la fecha del acta de puesta en servicio, pero debe esperarse a tener la inscripción definitiva.

[Fuente: [http://www.suelosolar.es/guiasolares/tramitacion\\_solar.asp](http://www.suelosolar.es/guiasolares/tramitacion_solar.asp)]

## *Anexo B*

# *El precio de la electricidad en España*

---

En términos de producción y consumo de energía eléctrica en España, el año 2010 se ha caracterizado por:

- Aumento del consumo total de España en un 3%, situándose en 260.696 millones de kWh. Esta cifra incluye una estimación del autoconsumo de los cogeneradores.
- Incremento de la producción en un 3,1%, con un total de 306.444 millones de kWh y un saldo exportador de 8.490 millones de kWh, superior en un 4,8% al del año anterior.
- Aumento de la producción hidroeléctrica en un 59,3%, debido a un crecimiento hidroeléctrico por encima de la media histórica.
- Subida de la producción nuclear en un 17,4%, como resultado de un menor número de paradas para recarga de combustible.
- Descenso de las producciones con carbón y gas natural del 30,7% y 10,3%, respectivamente.
- Aumento de la producción y de las ventas del régimen especial (renovables y cogeneración) del 12,1% y 13,4% respectivamente.
- Durante 2010, las emisiones de CO<sub>2</sub> de las instalaciones del régimen ordinario se han reducido en más de un 20%, para situarse en torno a 56 millones de toneladas y, por tanto, en niveles inferiores a los de 1990.

A continuación se hace una comparativa de precios de la electricidad para el primer semestre de 2010 en los países de la UE.



USOS DOMÉSTICOS		USOS INDUSTRIALES	
Consumo anual entre 2.500 y 5.000 kWh. EUROSTAT		Consumo anual entre 500 y 2.000 MWh. EUROSTAT	
PAÍS	c€/kWh.*	PAÍS	c€/kWh.*
BULGARIA	8,13	BULGARIA	6,49
ESTONIA	9,70	FINLANDIA	6,93
RUMANÍA	10,31	ESTONIA	6,94
LETONIA	10,49	FRANCIA	7,46
LITUANIA	11,56	SUECIA	8,05
GRECIA	11,81	RUMANÍA	8,50
FRANCIA	12,56	LETONIA	8,90
FINLANDIA	13,25	PORTUGAL	9,35
POLONIA	13,41	DINAMARCA	9,42
REP. CHECA	13,45	GRECIA	9,46
REINO UNIDO	13,86	POLONIA	9,79
ESLOVENIA	14,01	REINO UNIDO	9,89
ESLOVAQUIA	15,20	LITUANIA	9,95
PORTUGAL	15,84	ESLOVENIA	10,03
HOLANDA	17,04	LUXEMBURGO	10,17
LUXEMBURGO	17,26	REP. CHECA	10,33
<b>ESPAÑA</b>	<b>17,28</b>	HOLANDA	10,36
IRLANDA	18,04	BÉLGICA	10,54
SUECIA	18,39	ALEMANIA	11,20
CHIPRE	18,58	IRLANDA	11,23
AUSTRIA	19,56	<b>ESPAÑA</b>	<b>11,67</b>
ITALIA	19,67	ESLOVAQUIA	11,74
BÉLGICA	20,32	ITALIA	13,89
ALEMANIA	23,75	CHIPRE	15,05
DINAMARCA	26,70	AUSTRIA	Sin información
HUNGRÍA	Sin información	HUNGRÍA	Sin información
MALTA	Sin información	MALDA	Sin información

Tabla 36. Precios de la electricidad en países de la UE. Primer semestre 2010. [Fuente: UNESA]

\*Impuestos incluidos

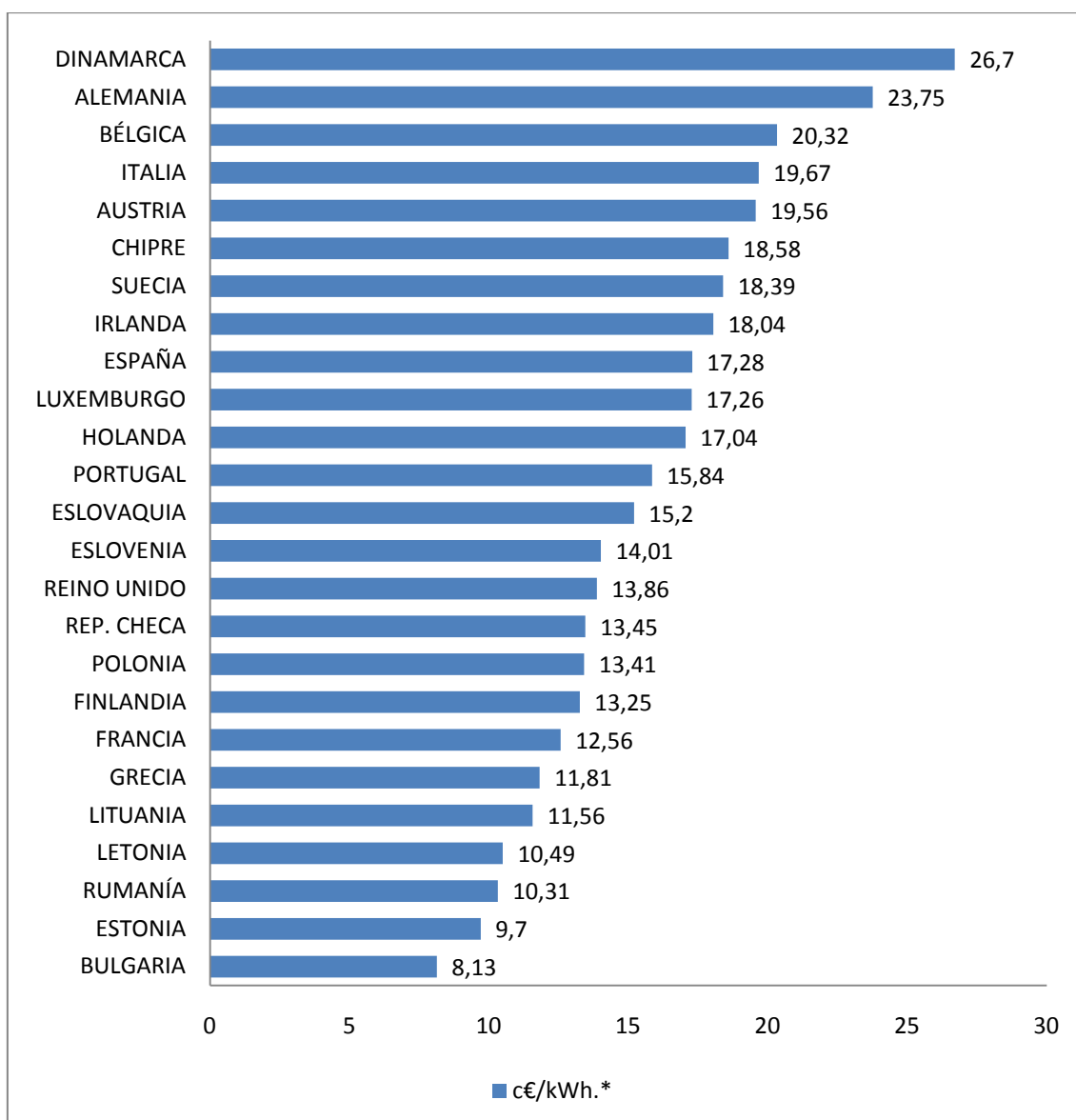


Figura 36. Precios de la electricidad en países de la UE, para usos domésticos. Primer semestre 2010.

Para usos domésticos, España se sitúa como la novena tarifa eléctrica más cara de la UE, entre Irlanda y Luxemburgo, con un precio de 0,1728 €/kWh, 1,67 céntimos por encima de la media (0,1561 €/kWh).

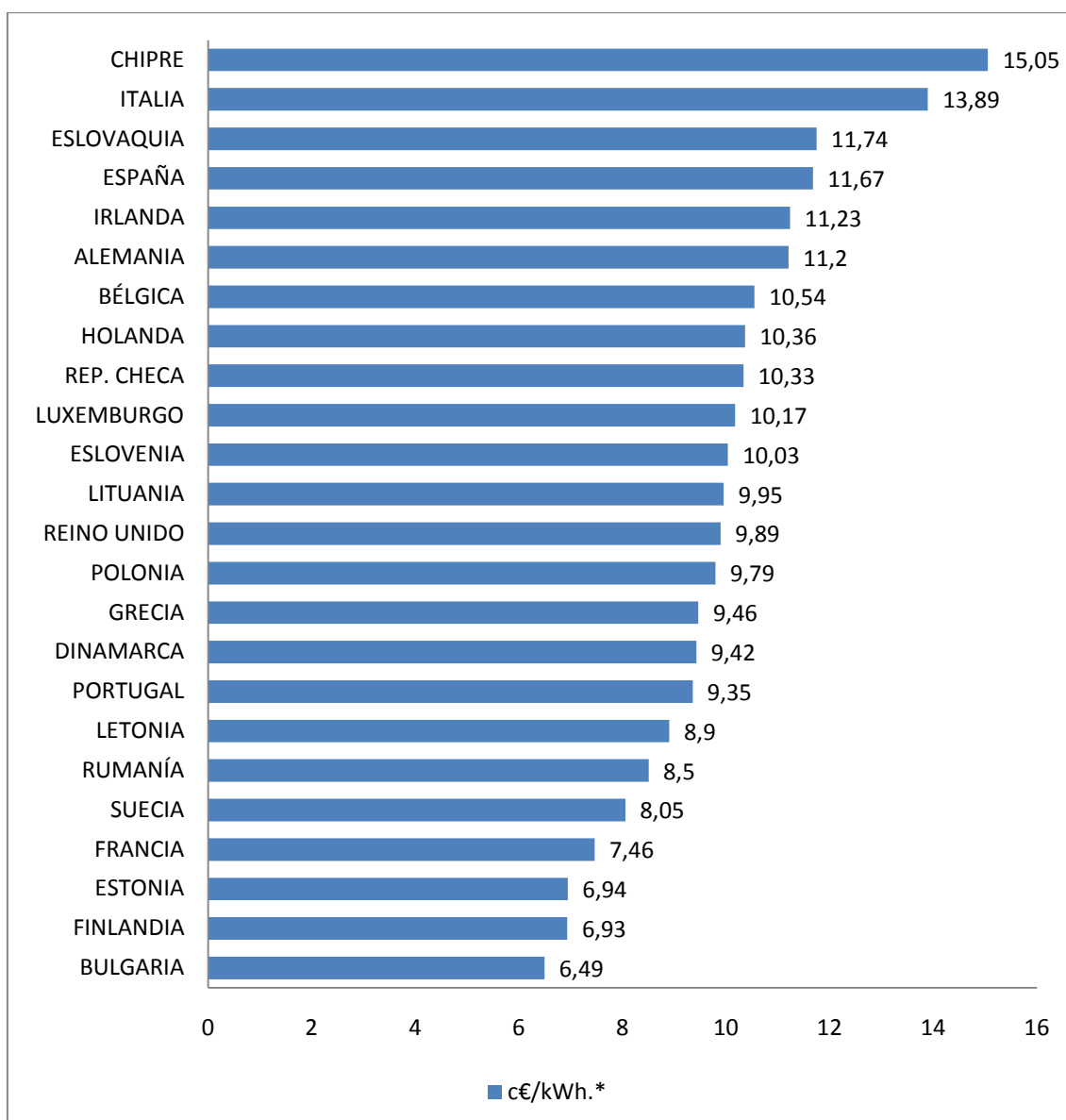


Figura 37. Precios de la electricidad en países de la UE, para usos industriales. Primer semestre 2010.

Para usos industriales, España escala puestos con respecto al uso doméstico hasta situarse como la cuarta tarifa más cara de la UE, sólo superada por Chipre, Italia y Eslovaquia, con un precio de 0,1167 €/kWh, 1,78 céntimos por encima de la media (0,0989 €/kWh).

### Las Tarifas de Último Recurso (TUR)

Son unas tarifas reguladas. Las empresas cobran el precio marcado por el Ministerio de Industria. Lo lógico es pensar que con el tiempo desaparecerán, pero en principio son permanentes, ya que no se establece un final para éstas. Pueden subir dependiendo de la decisión que tome el Ministerio de Industria en el mes de julio de cada año desde 2009, entre un 3% y un 20% anualmente.

Los precios de la electricidad varían dependiendo de los descuentos ofertas y promociones que cada una de las compañías eléctricas ofrezca al consumidor.

### Tarifa con Discriminación Horaria (DH)

Esta tarifa establece dos "precios" según el momento del día en que se consume la electricidad, diferenciando en periodo valle y periodo punta. Los tramos horarios de cada período varían en invierno y verano.

- Periodo Valle
  - De 22h a 12h en invierno, y de 23h a 13h en verano.
  - El ahorro es aproximadamente de un 47% sobre la tarifa base.
  - Es el período ideal para poner lavadoras, planchar, calentar la casa,... ya que el consumo eléctrico es más barato.
- Periodo Punta:
  - De 12h a 22h en invierno, y de 13h a 23h en verano.
  - El sobrecoste es aproximadamente de un 20% sobre la tarifa base.
  - En este período no conviene usar aparatos que consuman mucha energía (lavadoras, plancha, calentadores...) ya que cada Kw consumido es más caro.

### Tarifas eléctricas

Para finalizar, se ofrecen las tarifas de doce de las principales compañías eléctricas españolas, aplicables a 1 de enero de 2011, para potencias entre 1 y 15 kW, obtenidas de las páginas web oficiales en caso de disponibilidad.

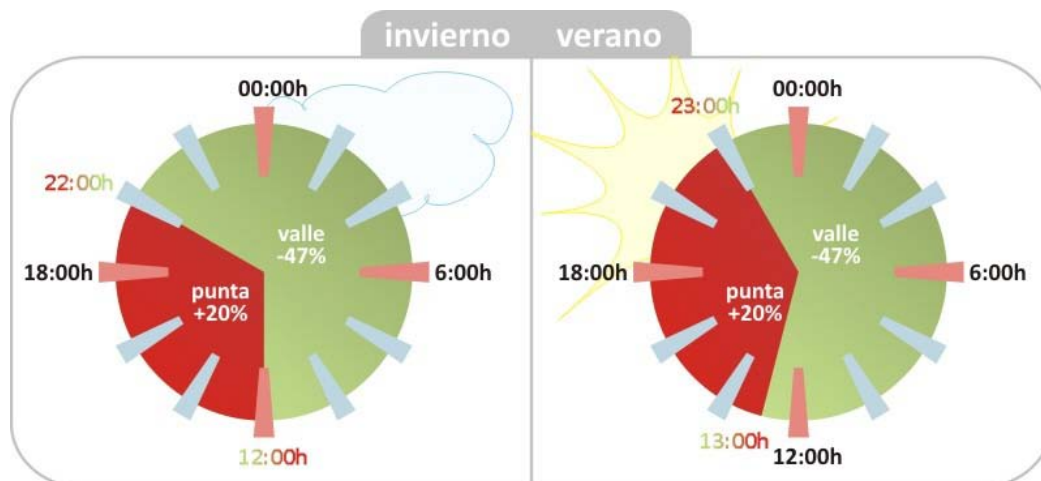


Ilustración 17. Definiciones gráficas de periodo punta y periodo valle para invierno y verano.





COMPAÑÍA ELÉCTRICA		Potencia (€/kW contratado)	Energía (€/kW consumido)			LOGOTIPO
			Sin DH	Con DH		
				Punta	Valle	
Aduriz Energía	1 a 10 kW	1,71942742	0,140069	0,168743	0,060896	
	10 a 15 kW	2,47453625	0,145520	0,169850	0,075812	
Centelles	1 a 10 kW	1,413820	0,147919	0,180713	0,072396	
	10 a 15 kW	2,524000	0,139779	0,160316	0,072342	
EOn Energía	1 a 10 kW	1,71941	0,140069	0,168743	0,06090	
	10 a 15 kW	2,4745	0,13441	0,16367	0,07885	
Electra Energía	1 a 10 kW	1,719427	0,140069	0,168743	0,060896	
	10 a 15 kW	2,474536	0,130000	0,147983	0,063332	
Endesa	1 a 10 kW	1,719427	0,141447	0,168743	0,060896	
	10 a 15 kW	2,474536	0,149018	0,157727	0,069575	
Enerco Cuellar	1 a 10 kW	1,719400	0,140069	0,168743	0,060896	
	10 a 15 kW	2,474500	0,144300	0,165300	0,073700	
Gesternova	1 a 10 kW	1,7194	0,140069	0,168743	0,060896	
	10 a 15 kW	2,4745	0,143707	0,146726	0,070706	
Iberdrola	1 a 10 kW	1,719427*	0,140069	0,187305	0,067595	
	10 a 15 kW	2,553047	0,150536	0,165395	0,089061	
Naturgas Energía	1 a 10 kW	1,719427	0,140069	0,168743	0,060896	
	10 a 15 kW	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
Nexus Energía	1 a 10 kW	1,7194	0,140069	0,168743	0,060896	
	10 a 15 kW	2,4745	0,146906	0,164341	0,074196	
Gas Natural Fenosa	1 a 10 kW	1,719427416	0,140069	0,168743	0,060896	
	10 a 15 kW	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	
Orus Energía	1 a 10 kW	1,7194	0,140069	0,16873	0,060896	
	10 a 15 kW	2,4745**	0,1355478	0,14699	0,06337	

Tabla 37. Tarifas eléctricas actualizadas a enero de 2011.

\*1,967592 (DH)

\*\*1,03104 (Punta, con DH); 1,44346 (Valle, con DH)

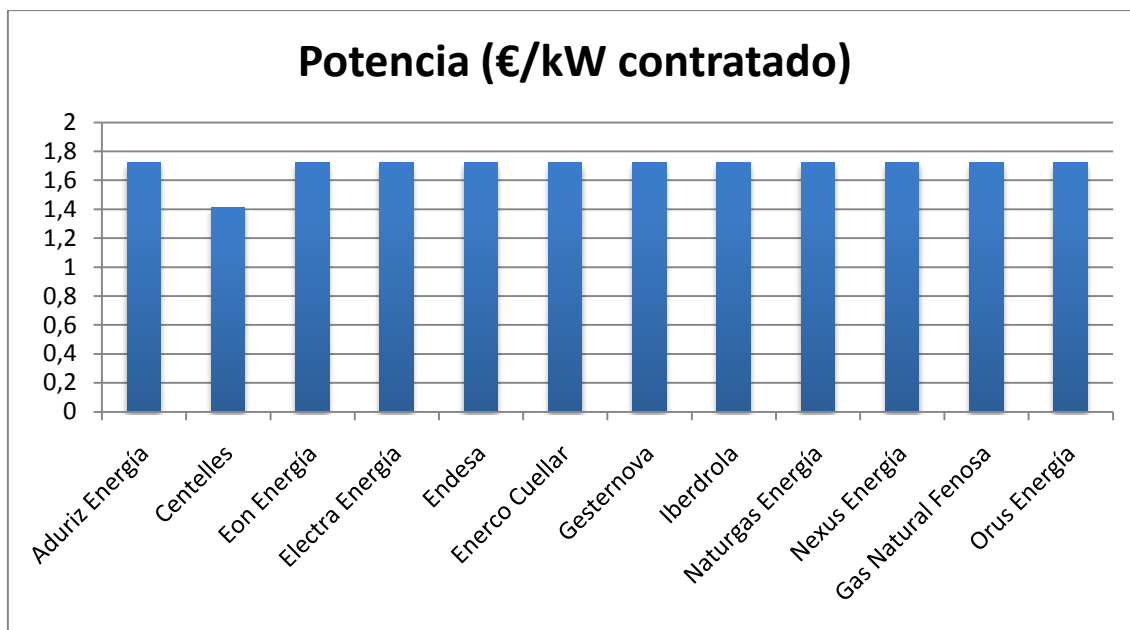


Figura 38. Tarifas eléctricas 2010 de potencia contratada por compañías para instalaciones de 1 a 10 kW.

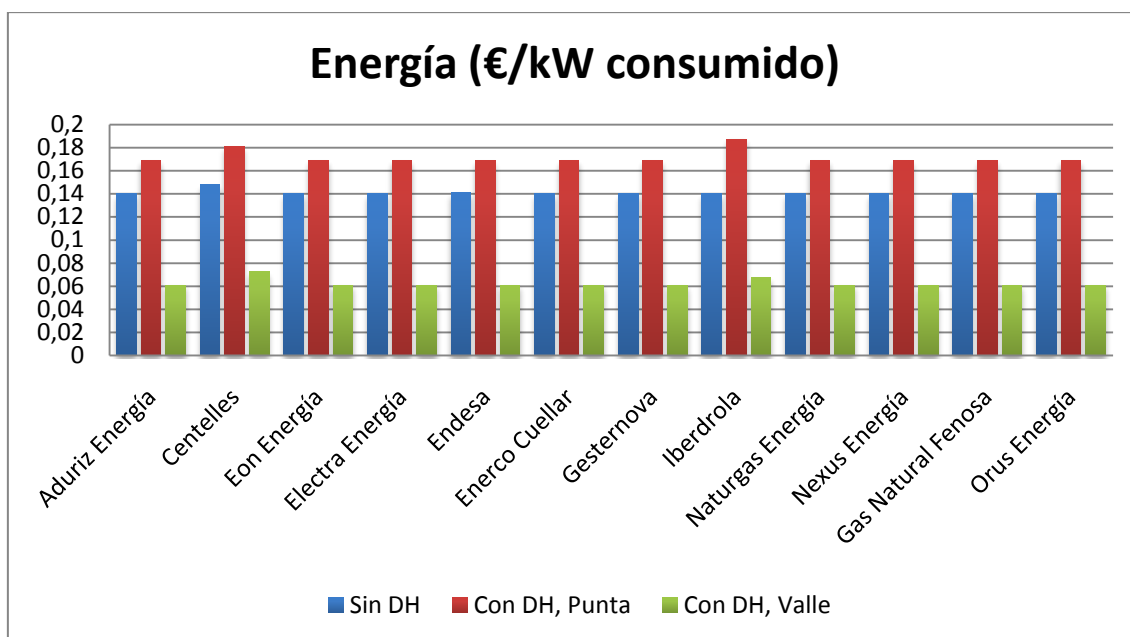


Figura 39. Tarifas eléctricas 2010 de energía consumida por compañías para instalaciones de 1 a 10 kW.

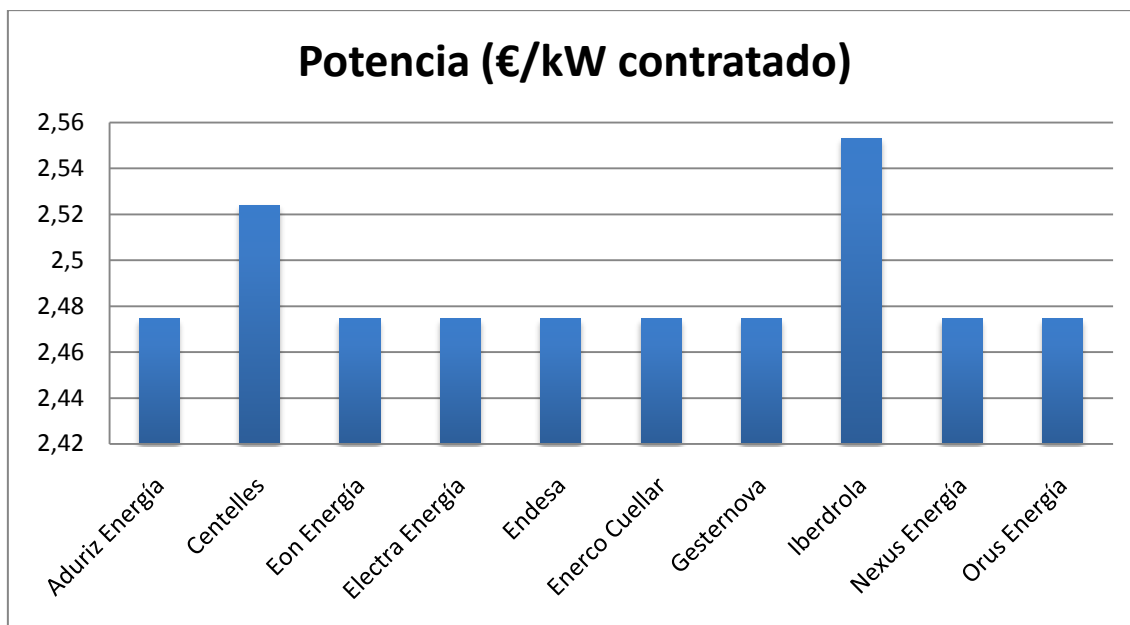


Figura 40. Tarifas eléctricas 2010 de potencia contratada por compañías para instalaciones de 10 a 15 kW.

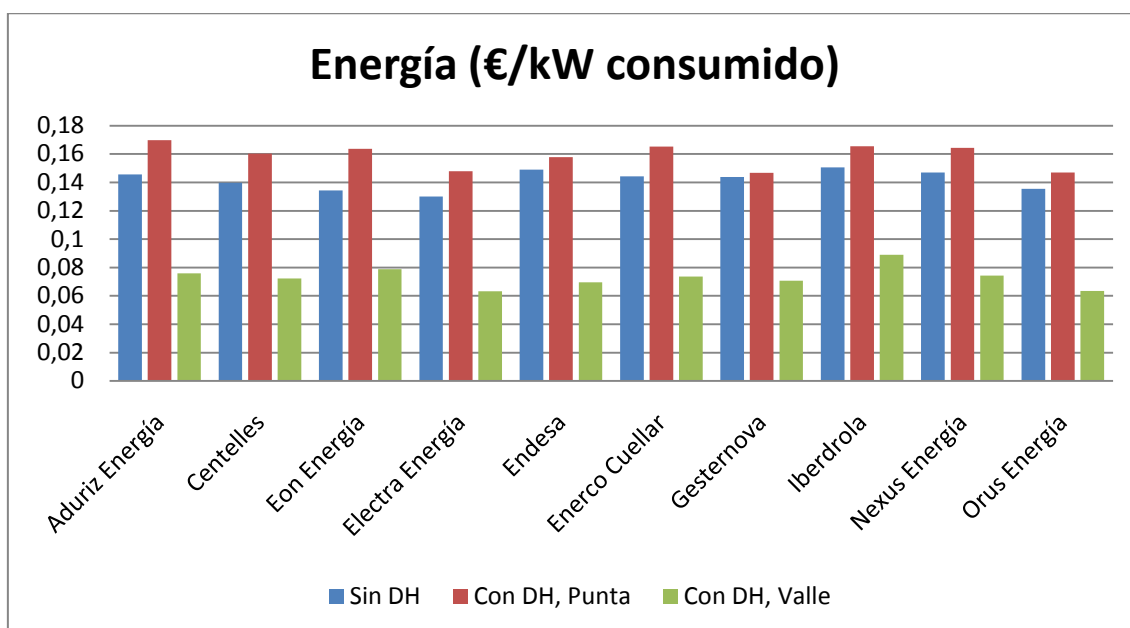


Figura 41. Tarifas eléctricas 2010 de energía consumida por compañías para instalaciones de 10 a 15 kW.

[Fuente: <http://www.tarifasdeluz.com>]

## Conclusiones

---

El 2010 ha sido un año de mucho movimiento dentro del sector fotovoltaico. La potencia instalada durante el año 2010 en España asciende hasta los 481,45 MW, muy superior a los 70 MW de 2009. Esto hace que a finales de 2010 la potencia instalada acumulada supere ligeramente los 3.800 MW. Según el tipo de instalación podemos afirmar que:

- Instalaciones tipo 1.1 (pequeñas en cubierta): Cataluña está muy por encima del resto de comunidades, con aproximadamente 4,3 MW instalados en 280 instalaciones.
- Instalaciones tipo 1.2 (grandes en cubierta): Comunidad Valenciana, Murcia, Cataluña y Andalucía destacan poderosamente, siendo la primera la que mayor potencia fotovoltaica de tipo 1.2 ha instalado durante 2010, con un total de 48,6 MW en 312 instalaciones.
- Instalaciones de tipo 2 (en suelo): Extremadura y Castilla y León se ganan un lugar entre las grandes comunidades fotovoltaicas españolas, destacando los casi 56,7 MW instalados en 19 instalaciones para la primera y los 45,8 MW en 70 instalaciones para la segunda. Los dos mayores proyectos fotovoltaicos de 2010 (La Verilleja y Valdecaballeros) han tenido mucho que ver, ya que ambos se han llevado a cabo en la provincia de Badajoz.

Estas seis comunidades autónomas (Andalucía, Murcia, Castilla y León, Extremadura, Comunidad Valenciana y Cataluña) sostienen en el pasado año 2010 el mayor peso de la potencia total instalada en España (73,6%).

Existe una gran diferencia en España en lo que se refiere al tipo de instalación, ya que sólo el 8,1% son de tipo 2, repartiendo el restante en un 47,2% para las instalaciones tipo 1.1 y un 44,7% para las instalaciones tipo 1.2. A pesar de ello, y debido a los cupos trimestrales establecidos por el Estado, únicamente el 5,2% de la potencia instalada pertenece a instalaciones de tipo 1.1, consecuencia también de que se trata de instalaciones de potencia reducida.

Durante el año 2010, la energía solar ha continuado con la tendencia positiva de años anteriores tanto en potencia instalada como en número de instalaciones, superando las cifras de 2009, año que supuso un gran bache en el sector. La evolución natural de



la fotovoltaica en España prevé un aumento tanto de potencia instalada como de número de instalaciones, aunque los continuos cambios de regulación hacen que conseguir estabilidad en el sector fotovoltaico sea más que complicado.

Las primas en el año 2010 tienen un balance final negativo, lo que perjudica gravemente la amortización de las inversiones. A los recortes ya sufridos en las instalaciones de tipo 2 durante 2009, se han unido nuevas reducciones durante 2010 para todas las instalaciones de manera progresiva. A junio de 2011, la reducción de primas es aún más acentuada.

Es importante destacar que en el estudio presentado por la Universidad de Harvard (EEUU) se observa que la producción anual de 2010 de las instalaciones fotovoltaicas en horas de sol referenciadas a potencia nominal ha disminuido respecto a la producción anual de 2009 tanto para instalaciones fijas como para instalaciones con seguidores, de acuerdo con los datos del estudio.

Este estudio preliminar proporciona elementos que podrían llegar a refutar, en lo concerniente a la producción fotovoltaica, la afirmación "las favorables condiciones climatológicas (de 2010) han llevado a mayor producción eléctrica desde fuentes renovables" publicada en el Boletín Oficial del Estado (Disposiciones Generales Real Decreto-ley 14/2010). Los resultados apuntan a que no ha habido una mayor producción fotovoltaica en el año 2010 con respecto al año 2009 y que, por consiguiente, el argumento esgrimido para reducir las primas a la fotovoltaica puede carecer de rigor.

En noviembre de 2010, el Consejo de Ministros aprobó la nueva regulación fotovoltaica (incluida en el Real Decreto 1565/2010), donde se establece una nueva clasificación de las instalaciones productoras de energía solar fotovoltaica y en la que se recogen recortes de primas que van del 5% para instalaciones pequeñas en cubierta al 25% para las grandes, pasando por un 45% para instalaciones de suelo. También figura una limitación a los 25 años de vida útil en el derecho a la percepción de prima equivalente.

Se espera que la reducción de las tarifas reguladas que se introduce para las instalaciones fotovoltaicas suponga un ahorro de 607,2 millones de euros hasta 2013, a razón de 141,5 millones en 2011, 202,3 millones en 2012 y 263,4 millones en 2013.

Además, en diciembre de 2010 se publicó en el BOE el Real Decreto-Ley 14/2010, mediante el cual el Gobierno aplica medidas económicas con carácter retroactivo que afectan a todos los inversores con plantas fotovoltaicas, sin diferenciar entre los productores hasta la actualidad y los nuevos productores con posterioridad al decreto, limitando las horas de producción eléctrica e instaurando un peaje transitorio de acceso a las redes de transporte y distribución a satisfacer por los productores de energía eléctrica.

El Real Decreto-Ley 14/2010 del déficit tarifario del sector eléctrico les va a suponer a las plantas fotovoltaicas una caída del 30% en los ingresos. La mayoría de los proyectos



no podrán hacer frente al pago de las cuotas de amortización e intereses en el periodo 2011-2013, por lo que más de la mitad de estas empresas buscan fórmulas de refinanciación o directamente se declaran en concurso. Un sector con 80.000 empresas, que suponen cerca de 100.000 puestos de trabajo. Entre las grandes, compañías como Isofotón, Solaria, Siliken, Bergé Generación o Grupo T-Solar.

Dicho Real Decreto comportará grandes perjuicios y pérdidas económicas a los inversores, quienes decidieron realizar la inversión amparados en unas determinadas condiciones que actualmente el Gobierno ha modificado de forma unilateral y sin respetar las condiciones contractuales pactadas, dado que no podrán recuperar la inversión realizada en el tiempo estimado por limitar el Gobierno la producción de energía eléctrica y dejar de pagar los importes y los kW estimados.

Las empresas lamentan la inestabilidad regulatoria en la energía solar fotovoltaica, que desde 2008 ha experimentado cuatro cambios, lo que incide en la viabilidad de estas instalaciones y en la pérdida de credibilidad de un sector que sufre golpes importantes a las inversiones realizadas.

En lo que respecta al Sol, el año 2010 fue en su conjunto más soleado de lo normal en la mayor parte de la mitad norte peninsular y en la zona del sureste, mientras que en el resto de España la insolación quedó algo por debajo de su valor normal. Las diferencias de la insolación acumulada respecto a su valor medio se mantuvieron en todas las regiones por debajo del 25%.

La producción anual de 2010 de las instalaciones fotovoltaicas en horas de sol referenciadas a potencia nominal ha disminuido respecto a la producción anual de 2009 tanto para instalaciones fijas como para instalaciones con seguidores. Los estudios apuntan a que no ha habido una mayor producción fotovoltaica en 2010 y, por consiguiente, el argumento esgrimido para reducir las primas a la fotovoltaica puede carecer de rigor.

La mayoría de las aplicaciones a las que se destina la energía solar fotovoltaica, además de las centrales de generación, son la electrificación rural y la iluminación pública, aunque cada vez se va introduciendo esta tecnología en los bienes de consumo más habituales de la sociedad.

El I+D tiene mucho que ver en el crecimiento y la mejora de la tecnología fotovoltaica, y durante 2010 se han producido muchos avances, desde nuevas formas de producción y aprovechamiento, como la tecnología autoensamblada y los fosfolípidos del MIT en EEUU o los nuevos sensores de seguimiento solar, hasta nuevos métodos de ahorro económico, como los microinversores o las células ultrafinas de silicio cristalino.

En dirección a la economía de escala, desde el sector fotovoltaico se prevé una inversión de 1.200 millones de euros en I+D para la optimización de la producción y la reducción de costes, centrada en la integración arquitectónica y la concentración solar.



En cuanto a la producción de materias primas, las empresas fotovoltaicas españolas se centraron, casi exclusivamente, en módulos de silicio cristalino e inversores, destacando principalmente en la fabricación y distribución de módulos, seguidores e inversores fotovoltaicos. Todas las producciones fotovoltaicas (módulos, células e inversores) han aumentado y han estado más cercanas al límite de capacidad que en 2009, siendo el pronóstico para 2011 aún más prometedor. La tendencia natural del mercado hace que el precio de los módulos fotovoltaicos (junto con el resto de los componentes de un sistema fotovoltaico) siga disminuyendo con el paso de los años.

El descenso de costes y precios conduce al sector fotovoltaico hacia lo que se conoce como *paridad de red*, el punto de competitividad del kWh solar, sin ningún tipo de ayudas, en relación con el coste del consumo del kWh. Es decir, cuando el precio del kWh fotovoltaico sea el mismo que el del kWh por el que pagan los consumidores al proveedor de electricidad.

Sin embargo, la *paridad de red* es un concepto más ideal que real. Cada segmento del mercado alcanza su precio de referencia de la electricidad, y por lo tanto la *paridad de red*, en un momento distinto, debido a las diferencias existentes entre los precios de la electricidad comparables. Por lo tanto, a la hora de concretar una propuesta de sistema de retribución, sería necesario definir la *paridad de red* para cada segmento.

Las inversiones actuales en fotovoltaica se han adaptado a la normativa vigente y se centran en las instalaciones sobre cubierta, inversión rentable, escalable, segura y sostenible. La financiación posible puede ser del 100% del proyecto de inversión y el importe máximo que se puede solicitar es de 10 millones de euros por cliente y año. El cliente tiene que presentar la documentación que cada entidad de crédito considere necesaria para estudiar la operación. Debe poder acreditar la realización de la inversión financiada, comprometiéndose a aportar facturas, cartas de pago, proyectos, escrituras o cualquier otro documento que pueda servir como comprobante de que se ha realizado la inversión. Puede elegir entre tipo de interés fijo o variable, así como escoger entre diversas posibilidades para la devolución del préstamo (entre 3 y 20 años) sin abonar cantidad alguna a la entidad escogida en concepto de comisión de apertura, de estudio o de disponibilidad.

La fotovoltaica es, de lejos, la fuente energética cuya propiedad está más repartida. Los huertos solares pertenecen a mucho pequeño inversor, pero también a grandes capitales. Al menos, un 37% de los megavatios (MW) fotovoltaicos operativos en España está en manos de constructoras, fondos de inversión, multinacionales y millonarios. Entre los perfiles, destacan las constructoras, sobre todo, medianas. Entre las grandes, sólo FCC opera en el sector (20 MW). La apuesta solar de gigantes como ACS, Acciona, OHL, Sacyr o la propia FCC está volcada en otra tecnología, la termosolar, más intensiva en capital.

El futuro que se le puede augurar a la industria fotovoltaica es muy prometedor, pero hay ciertas líneas de dirección de las que no debe salirse si quiere seguir creciendo. Esto pasa por una regulación más adecuada para los inversores, donde el retorno de la inversión sea más reducido y los beneficios se obtengan antes, y por la estimulación



del sector (con planes como PANER). La inversión en I+D es necesaria para fomentar la integración arquitectónica de la tecnología fotovoltaica en edificios y para avanzar en la concentración solar fotovoltaica, que reduce costes y aumenta la eficiencia de producción de los módulos.





## *Definiciones, Símbolos y Abreviaturas*

---

\$	Dólar
€	Euro
ACS	Actividades de Construcción y Servicios
AEF	Asociación Empresarial Fotovoltaica
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
AES	Applied Energy Services
APPA	Asociación de Productores de Energías Renovables
ASIF	Asociación de Industria Fotovoltaica
BIPV	Building Integrated Photovoltaics (Integración Arquitectónica Fotovoltaica)
BOE	Boletín Oficial del Estado
BTTF	Technical Board Task Force
c\$	Céntimos de dólar
c€	Céntimos de euro
CAE	Código de Actividad y Establecimiento
CENELEC	Comisión Europea de Normalización Eléctrica y Electrónica
CIGS	Copper Indium Gallium Selenide (CuInGaSe <sub>2</sub> ) (Diseleniuro de Cobre, Indio y Galio)
CNE	Comisión Nacional de Energía
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CPV	Concentrated Photovoltaics (Concentración Fotovoltaica)
DC	Direct Current (Corriente Continua)
DEMA	Desarrollos Eólicos y MedioAmbientales
DH	Discriminación Horaria
EDF	Électricité de France
Enel	Ente Nazionale per l'Energía eLettrica
EPIA	Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica
Euribor	European Interbank Offered Rate (Tipo Europeo de Oferta Interbancaria)



EUROSTAT	Statistical Office of the European Communities (Oficina Europea de Estadística)
FCC	Fomento de Construcciones y Contratas
GW	Gigavatio
GWh	Gigavatio hora
ha	Hectáreas
ICO	Instituto de Crédito Oficial
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
IEA	International Energy Agency (Agencia Internacional de la Energía)
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
ISFOC	Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración
ITC	Instituto Tecnológico de Canarias
IVA	Impuesto sobre el Valor Añadido
km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrado
kV	Kilovoltios
kVA	Kilovoltiamperio
kW	Kilovatio
kWh	Kilovatio hora
kWn	Kilovatio nominal
kWp	Kilovatio pico
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
MIT	Instituto Tecnológico de Massachussets
MW	Megavatio
MWh	Megavatio hora
OHL	Obrascón Huarte Lain
PANER	Plan de Acción Nacional de Energías Renovables de España
PER	Plan de Energías Renovables en España
Plan SET	Plan Estratégico en Tecnologías Energéticas
Q1	Primera convocatoria del RPR
Q2	Segunda convocatoria del RPR
Q3	Tercera convocatoria del RPR
Q4	Cuarta convocatoria del RPR
RD	Real Decreto
RPR	Registro de Preasignación de Retribución
Sacyr	Sociedad Anónima Caminos y Regadíos
Sufi	Valoriza Servicios Medioambientales
TAE	Tasa Anual Equivalente
TIR	Tasa Interna de Rentabilidad
Tm	Toneladas métricas
TUR	Tarifa de Último Recurso



TW	Teravatio
UE	Unión Europea
UNE	Una Norma Española
USA	Estados Unidos de América
USD	United States Dollar
V	Voltios
Wp	Vatio pico



## *Bibliografía*

---

### **Libros**

1. "Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica", Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) (Volumen 1 y 2, Serie Ponencias, Ministerio de Educación y Ciencia, 2005).

### **Normas**

1. Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2007)
2. Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2007)
3. Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2008)
4. Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 2010)
5. Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico. (Jefatura Del Estado, 2010)

### **Páginas web**

<http://adjditec.com> [abril 2011]

<http://es.wikipedia.org> [marzo, abril, mayo 2011]



<http://web.mit.edu> [abril 2011]  
<http://www.aemet.es> [marzo 2011]  
<http://www.agenciasinc.es> [abril 2011]  
<http://www.asif.org> [marzo, abril, mayo 2011]  
<http://www.assyce.com> [abril 2011]  
<http://www.boe.es> [marzo, abril, mayo 2011]  
<http://www.cne.es> [marzo, abril, mayo 2011]  
<http://www.defensaafectadosplacafotovoltaicas.com> [abril 2011]  
<http://www.defensasolar.es> [abril 2011]  
<http://www.demasl.org> [abril 2011]  
<http://www.elecnor.es> [abril 2011]  
<http://www.enphaseenergy.com> [abril 2011]  
<http://www.epia.org> [marzo, abril 2011]  
<http://www.europapress.es> [marzo 2011]  
<http://www.expansion.com> [marzo 2011]  
<http://www.extremaduraaldia.com> [abril 2011]  
<http://www.hormigasolar.com> [abril 2011]  
<http://www.im2solar.com> [abril 2011]  
<http://www.instalacionenergiasolar.com> [abril 2011]  
<http://www.interempresas.net> [abril 2011]  
<http://www.isohton.com> [abril 2011]  
<http://www.leonardo-energy.org> [marzo 2011]  
<http://www.madrimasd.org> [abril 2011]  
<http://www.martifersolar.com> [abril 2011]  
<http://www.mityc.es> [marzo, abril, mayo 2011]  
<http://www.opde.net> [abril 2011]  
<http://www.proinso.net> [abril 2011]  
<http://www.publico.es> [abril 2011]  
<http://www.pv-insider.com> [abril 2011]  
<http://www.ree.es> [marzo, abril 2011]  
<http://www.renovables-energia.com> [abril 2011]



<http://www.renovablesverdes.com> [abril 2011]  
<http://www.sfe-solar.com> [abril 2011]  
<http://www.sinergia3.com> [abril 2011]  
<http://www.solarbuzz.com> [abril 2011]  
<http://www.solariaenergia.com> [abril 2011]  
<http://www.solarweb.net> [abril 2011]  
<http://www.suelosolar.es> [marzo, abril, mayo 2011]  
<http://www.tarifasdeluz.com> [abril 2011]  
<http://www.uc3m.es> [marzo, abril, mayo 2011]  
<http://www.unesa.es> [abril, mayo 2011]  
<http://www.iea-pvps.org> [mayo 2011]

### **Referencias**

- [AEMET] Agencia Estatal de Meteorología. Resumen Anual Climatológico 2010. Disponible [Internet]: <http://www.aemet.es> [marzo 2011]
- [BOE14] Boletín Oficial del Estado. Real Decreto-ley 14/2010. Disponible [Internet]: <http://www.boe.es> [marzo 2011]
- [IEA] International Energy Agency, Photovoltaic Power Systems Programme. Annual Report 2010. Disponible [Internet]: <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=6> [mayo 2011]
- [CNE] Comisión Nacional de Energía. Información Estadística sobre las Ventas de Energía del Régimen Especial para el año 2010. Disponible [Internet]: <http://www.cne.es>